



저작자표시-비영리-동일조건변경허락 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.
- 이차적 저작물을 작성할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



동일조건변경허락. 귀하가 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공했을 경우에는, 이 저작물과 동일한 이용허락조건하에서만 배포할 수 있습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

工學碩士 學位論文

선박용 자동영상감시를 위한 타겟추적 알고리즘 개발에 관한 연구

A Study on the Development of a Target Tracking
Algorithm for Auto Vision Surveillance for Ship

指導教授 吳 珍 錫



2009년 8월

韓國海洋大學校 大學院

기관시스템 공학과

朴 哲 雄

本 論文을 朴哲雄의 工學碩士
學位論文으로 認准함.

위원장 유 희 한 (인)

위 원 국 승 기 (인)

위 원 오 진 석 (인)



2009 년 8 월 26 일

한국해양대학교 대학원

<목 차>

Abstract	4
제 1 장 서론	6
1.1 연구배경	6
1.2 선박타겟 추적알고리즘의 연구 동향	7
1.3 연구목적	9
1.4 논문구성	10
제 2 장 선박타겟 추적알고리즘	11
2.1 개요 및 시스템의 구성	11
2.2 개발 기술의 내용	15
2.3 요소 기술	16
2.3.1 원격 장치제어 기술	16
2.3.2 실시간 영상처리 및 제어 기술	16
2.3.3 지능형 자세제어 기술	17
2.3.4 영상감시 및 저장용 윈도우 응용소프트웨어 개발 기술	18
제 3 장 제어시스템 설계	19
3.1 개요	19
3.2 소프트웨어 설계	19
3.2.1 기술 및 알고리즘	19
3.2.2 프로그램	20
3.3 하드웨어 설계	44
3.3.1 시스템 구성	44
3.3.2 프로그램 (펌웨어)	55
제 4 장 실험 및 결과	63
4.1 실험장치	63
4.2 운용실험	65
제 5 장 결론	68
약어 목록	70
참고 문헌	71

A Study on the Development of a Target Tracking Algorithm for Auto Vision Surveillance for Ship

Cheol Woong, Park

Department of Marine Engineering
The Graduate School of Korea Maritime University

Abstract

Our country is one of the disputed territory caused the specialty of our country's geo-political position and problems. Including recently territorial dispute problem between Korea and Japan that Japan laid claim to the possession of the Dokdo ,1952 January 28th, have juttet out, as rising of the international territorial dispute between China and countries near China, our government is trying to promote the ultramodernization of system which operating in Korea Coast Guard(KCG), Ministry of Land, Korea Customs Service, etc. Upon this opportunity, AVS(Automatic Vision Surveillance) & Target Tracking Systems for Ship are importing and making use of this system actually in Korea Coast Guard, Ministry of Land and Korea Customs Service which advocated necessity by them. but most of the current operating this systems are depending on import and verified and commercialized systems are little or nothing. Come up to our government's concerns and efforts, a development of all-weather AVS & Target Tracking System is required.

AVS and Target Tracking System for ship which is study theme of this thesis is cutting-edge system needed the Electric & electronic engineering, the Dynamics & Mechanic Engineering and Software Engineering technologies. this system contains remote device control technology that control cameras (Day & Night) and sensors at a long distance place based on user interface like a joystick and buttons, real-time high speed video image processing technology to realize a target image tracking functions, physically considered high performance automatic attitude control technology to obtain stable and high-quality video images on multilateral and unpredictable marine environments and windows application software technology for video image recording and surveillance to function as video image display, recording, searching, etc based on the MS windows providing results from various complicate operation an processing to users.

As a result of recently IT-based infra and technologies, these cutting-edge technologies are researching and developing at the diverse industrial fields.

With the integration and improvement these technologies this thesis will present another solution to enable to develop high-tech AVS and Target Tracking System for ship that the goal of the this thesis.

제 1 장 서론

1.1 연구배경

현재 국가 간의 EEZ 경계 및 어로권 문제 등 해상에서의 분쟁이 갈수록 점점 더 커지고 있으며, 해양 경계 감시 및 불법 어로 어선 감시등 국가 차원의 문제들이 발생하고 있으며, 최근 또 다시 불거지고 있는 대표적인 해양 분쟁 중의 하나인 일본의 독도 영유권 분쟁 등 중국 및 인접 국가들 간의 국제 분쟁이 대두됨에 따라 우리 정부에서도 이에 대한 대책으로 해양관련 기관의 시스템의 첨단화를 주창한 바 있다.

이를 계기로 현재 해양경찰과 국토해양부 소속의 경비 선박들에 소수 탑재되어 운용되고 있으나, 보유 경비 선박 수에 비해 턱없이 부족한 실정이며, 불법 경계 침범 및 불법 어로 어선 단속을 위해선 선명, 선종 등의 정보와 같은 실질적인 영상자료 등 증거 자료가 요구된다.

해상 상태에서의 감시는 황천 등 기상의 악조건에서도 행해지는 경우가 많으며, 이러한 상황 하에서도 감시대상(Target)과 그 행위에 대한 안정적이고 높은 신뢰도를 가진 고품질의 감시 자료를 확보하기 위해서는 고성능의 자세제어시스템과 영상처리시스템이 요구된다.

또한 본 시스템은 현재 국산화되어 운용되고 있는 시스템은 없으며, 거의 대부분 선진국의 시스템을 도입하여 운용하고 있는 실정이다. 이로 인해 고가의 시스템 도입으로 인한 외화의 유출, 핵심 기술의 이전을 우려한 유지보수의 제조사 수출 처리 등 비용 및 조치 기간의 지연 등으로 인한 손실이 막대하다.

이러한 국·내외 정황들로 미루어 볼 때, 본 시스템의 개발로 획득되는 자동영상감시 및 타겟 추적알고리즘 기술로 인한 외화의 유출 및 역수출로 인한 국가경쟁력의 강화에도 많은 기여를 하게 될 것으로 판단된다.

본 연구에서는 기존에 개발되어 상용화된 AVS¹⁾ 시스템의 기술들을 토대로 선박용 영상감시 및 타겟 추적시스템의 기반이 되는 개발환경과 알고리즘 개발 방안을 제안하고자 한다.

1) AVS (Automatic Vision Surveillance) - 자동 영상 감시

1.2 선박타겟 추적알고리즘의 연구 동향

본 논문의 선박타겟 추적알고리즘의 연구 배경에 대해 논하기 전에 본 연구 시스템의 핵심 요소 기술 중의 하나인 이미지 추적알고리즘의 근본 기술인 컴퓨터 비전(Computer Vision) 기술에 대해 먼저 살펴보고자 한다.

컴퓨터 비전 즉, 카메라로 촬영한 영상을 컴퓨터로 처리하는 일은 본질적으로 새로운 과학이 아닐지 모른다. 하지만 상업적으로 실현 가능한 기술로써는 아직까지 새롭고 흥미로운 기술이다. 더욱이 컴퓨터 비전이 적용된 상품이 매우 다양하며, 무어의 법칙에 따라 계속 진화할 것이기에 컴퓨터 비전 기술의 사용자들이 전체적인 보안규정과 보안계획의 일부로 이 기술의 적용전략을 갖추고 있는 것이 매우 중요하다.

컴퓨터 비전의 가장 최근 기술은 영상감시 분야에서 개념과 애플리케이션, 그리고 상품에 혁명을 일으키고 있으며, 어떤 기업이나 조직은 수백 수천 개의 카메라를 포함한 영상감시 시스템을 구축하는데, 수백만 달러를 사용한다. 이렇게 설치된 카메라의 입력영상 가운데 일부는 일정 기간 동안 영상저장장치에 기록되고, 일부는 한명 이상의 보안관리자에게 실시간으로 모니터링 될 수 있도록 중앙감시센터로 보내진다.

보안관리자가 얼마나 잘 훈련되고, 유능한 지와는 상관없이 동시에 1~2가지 이상에 완전한 주의를 기울이는 것은 불가능하다. 그렇다 할지라도 한 번에 몇 분 동안 뿐이다. 이로 인해 모니터에 표출되는 수많은 영상의 대다수는 별다른 관찰 없이 지나치고 마는 것이다. 이 상황은 수백 개의 눈을 가졌지만 그 정보를 처리할 뇌가 없는 동물과도 유사하다.

이러한 문제의 해결방법이 자동영상감시이다. 이는 영상 스트림을 감시해 의심스러운 활동, 이벤트를 포착함으로써 이런 일들이 발생했을 때 적절한 응답을 제공하는 컴퓨터 소프트웨어로 이를 위한 결정적인 기술이 바로 컴퓨터 비전인 것이다.

카메라를 통해 무엇을 보고 있는 지를 이해하도록 기계를 교육하는 인공지능연구 가운데 어찌면 알려지지 않은 분야라고 할 수 있다. 전통적으로 컴퓨터 비전은 실제 상업 어플리케이션에서는 성공요인이 제한 돼 있지만 학계에서 지속적인 연구가 이뤄지고, 이러한 연구가 컴퓨터의 진보와 함

계 산업계에 적용되기 시작하면서 컴퓨터 비전이 실험실 밖으로 나와 상업적인 영상감시제품으로 나타나기 시작한 것이다.

컴퓨터 비전이 본격적으로 등장하기 몇 년 전부터 DVR²⁾ 제조업체와 다른 영상처리 솔루션 업체들은 VMD³⁾ 라고 불리는 기술에 관심을 가지기 시작했다. 이 기술은 영상 이미지를 분석해 화면에서 움직임이 있는 지를 결정하게 된다. 그러나 이 기술은 어떠한 움직임에도 사용자들의 관심을 불러일으킨다는 것이다.

이로 인해 우리가 사는 세계에서는 매우 성가신 움직임들이 많고 더 나은 무언가가 필요하다는 결론을 얻게 됐다. 선박을 탐지하는 상황에서는 전체적인 이미지가 움직이고 있어 VMD 는 오히려 더 큰 혼란을 야기할 수 있으나, 지능적인 AVS 시스템은 일반적인 움직임에서 관련된 정보만을 정확히 추출해낼 수 있다.

유용하게 활용될 수 있다고 설명하는 AVS 시스템들은 많다. 그러나 불행히도 그 가운데 극소수의 시스템만이 유연성과 정확성, 그리고 유용성이 필수인 환경에서의 요구 사항들이나 실제 24시간동안 야외 환경에서 발생하는 문제에 대응할 수 있다. 특수한 애플리케이션을 위한 올바른 솔루션을 선택하는 가장 바람직한 방법은 컴퓨터 비전 분야에서의 보다 근원적인 기술을 이해하고, 설치환경과 운영적인 요구사항을 얼마나 잘 특성화하느냐에 달려있다.

2) DVR (Digital Video Recorder) - 디지털 영상 저장장치

3) VMD (Video Motion Detection) - 영상 움직임 탐지

1.3 연구목적

현재 선박용 타겟영상 추적시스템을 제조, 생산하고 있는 국내 업체는 거의 없으며, 국외 군사용 및 준군사용 부품 제조업체로부터 전량 수입하여 관심 시장에 맞게 시스템 통합 과정을 통한 조립 형태의 산업을 추진하는 기업조차도 국내에서도 손에 꼽을 정도이다.

최첨단 우주·항공 산업 분야와 군사용 무기체계를 주도하는 미국, 러시아, 일본, 북유럽의 기술은 이미 상용화 및 검증되어 전세계 군용, 준군용, 민간용 시장에 폭넓게 점유하고 있으며, 고가의 장비 가격과 시스템의 특성상 현재까지 국내에서는 해군, 해양경찰, 관세청 등 정부기관에서 주로 설치·운용되고 있다. 그러나 고가의 장비 가격과 유지·보수의 지연 및 관리 기술의 의존도가 높아 매년 적게는 수십억에서 수백억까지 로열티 및 유지·보수 비용으로 외화가 국외로 유출되고 있다.

따라서, 국내의 기술력으로 핵심 기술을 개발하여 신뢰도, 안정성, 성능과 품질이 입증되면 선진국과의 기술 격차를 줄임과 동시에 충분히 국내 시장은 물론 국제경쟁력이 가능한 시장이다.

본 시스템 개발 및 제품화로 해군 및 해양경찰, 국토해양부 등의 관련 기관 소속의 경비 선박들의 경계 및 감시능력의 향상으로 인한 국내 자원 보호 및 자주 국방력이 강화됨은 물론 고가의 제품 도입으로 인한 외화 유출 방지 및 신속한 유지 보수를 보장하며, 고성능 고신뢰성 시스템을 국외 시장에 역수출함으로써 국가경쟁력 향상에도 기여할 수 있게 된다.

Table 1.1 The strength and weakness against existing tech.

장점	단점
<ul style="list-style-type: none"> ○ 고급 지능형 영상추적시스템의 일종으로 고부가가치 및 국가 경쟁력 향상 ○ 해수면의 자유유체운동에 독립적 ○ 추적 실패 없는 고신뢰성 타겟 영상추적 가능 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 지능형 자세제어기술의 난이도가 높아 개발에 어려움이 있음 ○ 시스템 구조의 복잡도 증가 ○ 제품의 품질 테스트 기간 많이 소요(안정성, 내구성(방식, 방진), 성능 등)

장점	단점
<ul style="list-style-type: none"> ○ 해상 치안 및 인명 구조 업무에 최적 ○ 고품질의 추적증거자료 수집 가능(선명, 행위, 선속, 거리, 방위 등) ○ 운용횟수가 증가함에 따라 자세 제어지능 향상 (학습 기능) 	

1.4 논문구성

본 논문은 5장으로 구성되어 있다.

제 1장은 연구 배경과 선박타겟 추적알고리즘의 동향을 기술하였다.

제 2장에서는 선박용 자동영상감시 및 추적알고리즘을 개발하기 위한 개발 대상 기술의 목표와 시스템에 적용되는 요소 기술에 대해 설명하였다.

제 3장에서는 연구대상 시스템을 설계하고 제작하기 위한 알고리즘과 전체적인 로직 그리고 소프트웨어 프로그램에 대해 설명하였고, 영상카메라 제어 및 P&T Driver⁴⁾ 제어를 담당하는 조이스틱 컨트롤러 및 메인 컨트롤 박스, 그리고 각 구성품들 간의 연동과 PC 와의 연동을 위한 통신회로 등의 설계에 대해 설명하였다.

제 4장에서는 실제로 설계 및 제작한 실험 장치의 구조와 실험 방법, 결과 및 특성에 대해 설명하였고, 선박에 탑재한 후 시스템의 동작 특성에 대해 설명하였다.

제 5장에서는 본 연구에서 얻어진 결론 및 이 결론을 바탕으로 한 차후의 과제를 제시하였다.

4) P&T Driver (Pan & Tilt Driver) - 상·하좌우 장비 탑재용 구동장치

제 2 장 선박타겟 추적알고리즘

2.1 개요 및 시스템의 구성

본 연구는 최첨단 CI⁵⁾ 기술을 이용한 선박타겟 추적알고리즘을 적용함으로써, 해상에서 선박이 해수면의 자유유체운동에 영향을 받지 않으면서도 운용자가 감시하고자 하는 타겟의 선명, 선종, 행위를 명확한 관찰뿐만 아니라 고화질의 증거자료 수집 등 감시업무에 획기적인 진전을 가져다 줄 첨단 알고리즘이다.

일단 운용자가 감시하고자 하는 타겟을 설정하면 타겟이 감시최대거리를 벗어나거나 운용자가 해제하지 않는 이상 타겟 추적을 지속하는 외부환경에 독립적인 고성능 하이테크 시스템을 위한 알고리즘이다.



Fig. 2.1 AVS & Target Tracking System
installed on a patrol ship

5) CI (Computer Intelligence) - 컴퓨터 지능



Fig. 2.2 A picture photographed with day CCD camera



Fig. 2.3 A picture photographed with FLIR camera



Fig. 2.4 A surveillance picture on tracking fishing boat



Fig. 2.5 Inverted video image of the Fig. 2.3



Fig. 2.6 A surveillance picture zoomed in on tracking fishing boat



Fig. 2.7 Inverted video image of the Fig. 2.5

Fig. 2.1 은 선박에서 주간에 주간카메라로 촬영한 영상이다. Fig. 2.2, 2.3, 2.5 는 야간에 적외선카메라로 촬영한 영상이며, 약 4 마일 떨어진 곳에서 이동 중인 어선을 포착 및 추적한 영상이다. Fig. 2.4, 2.6 은 촬영 중인 영상을 반전한 것이며, 운영자의 기호도에 따라 영상 표시 옵션을 변경할 수 있다.

2.2 개발 기술의 내용

본 연구에 요구되는 기술로는 다음과 같다.

첫 번째는 주간 감시 카메라와 야간 감시용 적외선 카메라의 카메라 자체의 제어기능과 출력영상(Source)의 품질 및 출력 관련 설정 등의 카메라 및 P&T Driver를 제어하는 원격제어기술이다. 이 기술은 중앙집중식 시스템과 선박의 운용 환경적 특성을 고려한 사용자의 안전과 편의성을 제공할 인터페이스 기술이다.

두 번째는 고속, 고성능의 영상처리시스템 설계 및 제작기술이며, 카메라 원격 제어기술과 함께 고속, 고품질의 출력 영상을 확보할 수 있게 해주는 하드웨어 기술이다.

세 번째는 해수면의 자유 유체운동에 독립적인 x, y, z 3축의 고성능 지능형 자세제어장치 설계 및 제작기술이다. 이 기술은 육상은 기본이고, 해상에서도 고품질의 신뢰성 높은 영상 제공을 보장하는 환경 독립적인 장치 탑재용 구동장치이다.

네 번째는 신경회로망, 퍼지이론, 유전자알고리즘과 같은 지능시스템 이론을 토대로 합성, 융합, 결합 등의 과정을 통해 도출되어 최적화된 고급 CI 기술을 적용한 자세제어 알고리즘 설계기술이며, PC 기반의 DVR 과 같은 기록장치의 한정된 자원의 절약과 기상 및 해상상태에 관계없이 정확하고 요약적인 운용자의 관심 정보를 제공함으로써 감시 업무의 효율성을 향상시켜주는 기능을 한다.

2.3 요소 기술

개발하고자 하는 기술과제의 주요 구성 기술로는 ① 원격 장치제어기술, ② 실시간 영상처리 및 제어기술, ③ 지능형 자세제어 기술, ④ 영상 저장 및 감시용 윈도우 응용소프트웨어 개발기술이 있다. 핵심 기술은 지능형 자세제어시스템 개발 기술로서, 개발된 고급 CI 기술을 적용한 자세제어 알고리즘과 임베디드 제어 및 영상처리 시스템을 짐벌(Gimbal)에 실장하고, 원격제어시스템인 조이스틱 키패드 컨트롤러와 연결 구성함으로써 최종적으로 영상감시 및 타겟영상추적알고리즘을 탑재한 선박용 타겟영상추적시스템을 제작한다.

2.3.1 원격 장치제어 기술

본 시스템에서 원격제어시스템은 운용자가 항해 중 감시 대상을 선별하고 타겟 추적 감시 업무를 신속히 수행하기 위해 조이스틱과 기능 버튼 등 시스템 제어용 인터페이스로 구성된 조이스틱 키패드 컨트롤러를 말하며, 운용자가 내린 명령들은 시리얼 통신(RS-232/422/485)을 통해 지능형 자세제어시스템으로 전송되어 신속하게 운용자의 의도대로 추종하게 된다.

2.3.2 실시간 영상처리 및 제어 기술

주간·야간 감시 카메라로부터 전송된 NTSC⁶⁾ 방식의 아날로그 비디오 영상을 디지털 영상으로 변환하고, 실시간으로 이 영상 데이터로부터 운용자가 설정한 타겟의 위치를 연산하고 그 결과값에 따른 제어값을 지능형 자세제어시스템에 전달해줌과 동시에 실시간 물체 위치 추적 알고리즘에 의해 자세제어의 결과를 보정하는 역할을 담당하는 시스템이다. 또한 이러한 과정에서 실시간으로 처리된 최종영상을 DVR 컴퓨터로 전송하여 운용자가 최종 영상을 보면서 감시업무를 수행 가능케 해준다.

6) NTSC (National Television System Committee) - 미국텔레비전시스템위원회, 방송방식

2.3.3 지능형 자세제어 기술

고급 CI 기술을 적용한 지능형 자세제어 알고리즘과 임베디드 자세제어 컨트롤러 그리고 구동부인 짐벌⁷⁾로 구성되며, 고품질을 영상을 얻을 수 있도록 해수면의 자유유체운동에 독립적이고, 어떠한 해상상태에서도 일정하게 수평을 유지하는 역할을 담당하는 시스템이다.

※ CI (Computational Intelligence, 계산지능)

- 인공지능(AI)에서 발전한 형태로 컴퓨터 기반의 첨단 기술 (AI → CI)
- 약 5년전 신경망, 입자화(Granular), 컴퓨팅(특히, 퍼지집합), 진화컴퓨팅(Evolutionary Computing) 등의 매우 가시적이고 뛰어난 정보기술들의 컨소시엄 형태로 발생
- CI 기술의 핵심은 퍼지(Fuzzy), 신경회로망(Neural Network), 퍼지뉴럴네트워크(Fuzzy Neural Networks), 진화연산(Evolutionary Computing) 기술로 구성, 발전되고 있다.
- 정보기술(IT) 시장의 핫이슈로 부각되어 미국, 일본 등과 같은 선진국에서 활발한 연구를 바탕으로 여러 분야에 응용되고 있다.

※ CI 기술의 적용 예

- 시스템 관리 소프트웨어(SMS), 고객 관계 관리(CRM), e마켓플레이스 등 IT 솔루션의 핵심기술로 사용되고 있다.
- 적용 분야
 - 생명공학 : 맞춤형 의료서비스, 인간게놈프로젝트 등
 - 스포츠 : 축구의 전략 수립 및 경쟁팀 분석 도구
 - 금융 : 자동 입출금기(ATM) 등
 - 유통 : 음료 자동판매기

7) Gimbal - 수평유지장치, 짐벌

2.3.4 영상감시 및 저장용 윈도우 응용소프트웨어 개발 기술

영상처리시스템에서 출력되는 최종영상을 입력 받아 비디오 캡처보드를 통해 운용자의 DVR 컴퓨터 화면에 실시간 디스플레이 및 저장하며, 감시 업무 도중이나 종료 후, 감시 대상 추적 상황을 재현하고, 감시대상의 식별 및 행위 정보를 각종 이미지(BMP, JPEG, 등)나 동영상(AVI 등) 으로 증거 자료로 재가공할 수 있는 기능을 제공한다.

이렇게 획득된 증거 정보들은 각 운용 기관의 업무 특성에 맞게끔 활용되어 법적 효과를 가지고 매우 유용하게 사용되며 감시 업무의 신뢰성 향상과 높은 효율을 가져다준다.

본 시스템 개발에는 다음과 같은 세부 기술 및 개발 도구들이 요구된다.

- ① 지능형 자세제어알고리즘을 적용하여 자율학습 가능한 인공지능 기술 (PID, Neural Network, Genetic Algorithm)
- ② 고성능 자이로센서를 3축을 적용한 DC 모터 및 서보 모터 제어 기술
- ③ GPS, RADAR 와 연동한 타겟 추적 기술
- ④ 임베디드 하드웨어 시스템 구축 기술
 - 리눅스 기반의 자세제어시스템
 - 영상처리 회로보드
- ⑤ 영상처리회로 보드를 이용한 실시간 타겟 추적 기술
- ⑥ 디바이스 원격제어시스템 구축 기술
 - 조이스틱 및 기능 버튼 인터페이스를 가진 키패드 컨트롤러 제작
 - 시리얼 통신 (RS-232/422/485) 을 사용한 디바이스 원격제어 기술
- ⑦ 디바이스 원격제어 및 영상처리용 윈도우 소프트웨어 작성 기술
 - Microsoft Windows 기반의 제어/감시 모듈
 - 임베디드 시스템과 PC 간 통신 모듈 (시리얼, TCP/IP 통신)
 - Microsoft DirectX 기술을 응용한 영상처리 소프트웨어
 - C, C++ 기반 영상 압축 및 복원 모듈 (압축코덱, JPEG, AVI, etc)
- ⑧ 국제통신규약 NMEA-0183 을 만족하는 GPS, RADAR 연동 기술
- ⑨ Day & Night 카메라 제어 기술
- ⑩ 짐벌(Gimbal) 및 외함 제작 기술

제 3 장 제어시스템 설계

3.1 개요

영상처리시스템에서 출력되는 최종영상을 입력 받아 비디오 캡처보드를 통해 운용자의 DVR 컴퓨터 화면에 실시간 디스플레이 및 저장하며, 감시 업무 도중이나 종료 후, 감시 대상 추적 상황을 재현하고, 감시대상의 식별 및 행위 정보를 각종 이미지(BMP, JPEG, 등)나 동영상(AVI 등) 으로 증거 자료로 재가공할 수 있는 기능을 제공한다.

3.2 소프트웨어 설계

3.2.1 기술 및 알고리즘

영상감시 및 저장용 응용 소프트웨어는 주간 CCTV⁸⁾ 카메라와 야간 적외선 카메라 시스템(FLIR⁹⁾)에서 출력되는 NTSC 영상 신호를 입력으로 실시간 모션 감지 및 이미지 트래킹 기능을 수행하는 영상처리 임베디드 시스템의 출력 영상을 DVR 의 비디오 캡처보드를 이용한 디지털 영상 처리 및 저장, 카메라 원격 제어, 외부 장치 연동과 관련된 복합적인 기능을 수행한다.

영상 저장 및 감시용 응용 소프트웨어는 최소한 다음과 같은 기능 및 기술들이 구현되어야 한다.

- 윈도우 기반 영상처리 및 감시용 윈도우 응용소프트웨어 기술
- 실시간 영상 디지털 변환 및 저장 (영상처리 시스템의 출력 영상)
- 국제통신규약 NMEA-0183을 만족하는 GPS, RADAR 와 연동한 타겟 추적 알고리즘

8) CCTV (Closed-Circuit Television) - 폐쇄회로 텔레비전

9) FLIR (Foward Looking Infra-Red) - 적외선 전방 관측장치

- 타겟 추적 정보 데이터베이스 구축 기술
- Day & Night 카메라 제어 기술
- 짐벌(Gimbal) 시스템 내부 펌웨어 업로딩 기술
- 영상 검색 및 각종 영상 파일 포맷 변환 지원 (영상 데이터베이스)

3.2.2 프로그램

영상감시 및 저장용 응용소프트웨어의 기능은 크게 GPS와 RADAR 와 연동하여 본선의 위치정보와 추적중인 타겟정보를 표시하고, 주간 및 야간 감시카메라의 제어와 영상저장 및 검색, 실시간 영상 화면 표시등으로 구현된다. 다음 Fig. 3.1은 DVR 부팅 후 기본 화면을 보여 준다.



Fig. 3.1 Interfacing Screen with GPS and RADAR

- 화면(상단) : GPS 연동, 위도(LAT), 경도(LON) 정보 표시
- 화면(좌측) : RADAR 연동, ARPA 타겟 정보 (타겟 ID, 침로, 선속 등)
- 화면(우측) : Day & Night 카메라 제어, 기록 영상 검색 옵션
- 화면(중앙) : 채널별 실시간 영상 감시

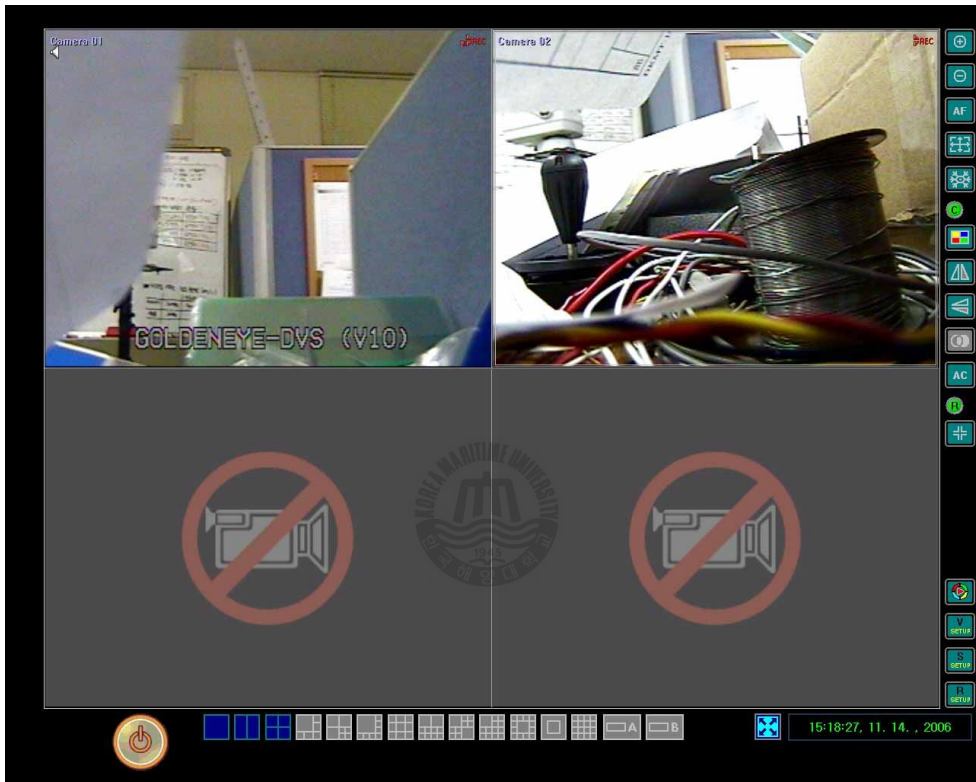


Fig. 3.2 Expanded screen of the video image surveillance & recording software

- 화면(우측) : Day & Night 카메라 제어, 기록 영상 검색 옵션, 아이콘
- 화면(중앙) : 채널별 실시간 영상 감시, 전체 화면

Fig. 3.2 의 화면에서 4개의 화면에서 실제 카메라가 연결되어 영상이 정상적으로 출력되고 있는 채널은 정상적으로 할당된 카메라 채널 화면에 표시되고, 카메라가 물리적으로 연결되어 있지 않거나, 결선에 문제가 있는 경우에는 사용불가를 의미하는 아이콘이 표시되게 하였다.

3.2.2.1 영상감시 및 저장용 프로그램

가. 메인 감시 화면 (통합 감시 및 제어화면)



Fig. 3.3 Initial main integrated surveillance and control screen

Fig. 3.3 은 영상감시 및 저장용 프로그램의 초기 메인 감시화면이다. 메인 감시화면은 통합 감시 및 제어화면이라고도 하며, 크게 GPS 및 통신상태 표시부(상단), RADAR 감시부(좌측), 카메라 제어부(우측), 영상 제어부(하단)로 구성된다.

각 기능 그룹은 모듈별 클래스로 작성되어 각 클래스의 인스턴스 상호간에 유지적으로 데이터를 주고 받으며, 전체 프로그램과 소통한다.

프로그램 화면 설명은 다음과 같다.

① 프로그램 종료

- 카메라 감시 및 제어 소프트웨어를 종료 시킨다.

② 감시 화면 전환 (최대 화면)

- “화면 전환” 버튼을 누를 때 마다, 주 감시화면과 최대 감시 화면을 번갈아 전환시킨다.



Fig. 3.4 Integrated surveillance & control screen



Fig. 3.5 Expanded Surveillance & control screen

□ 영상 제어부



Fig. 3.6 The part of video control (Bottom pane)

Fig. 3.6은 영상 제어부의 화면이다. 프로그램 종료 버튼과 화면 분할 기능 버튼 그룹, 화면 확장 톨클 버튼과 시스템 시간으로 구성된다.

화면 분할은 DVR 시스템에 장착된 DVR PCI 보드의 사양에 따라 화면 분할 버튼이 활성화되며, 화면 분할의 종류는 DVR Card의 성능에 따라 1, 2, 4, 6, 7, 8, 9, 10-A, 10-B, 13-A, 13-B, 16, Panorama-A, Panorama-B로 표시 가능하다.

나) 영상이미지 트래킹 알고리즘

본 연구의 타겟트래킹 알고리즘에 적용된 알고리즘 중 영상이미지 추적 알고리즘은 블록 매칭 움직임 추정 방법을 적용하였다. 블록 매칭 움직임 추정 방법은 MPEG 1/2 에 사용되고 있는 움직임 예측 방법이며, 현재 프레임의 특정 위치의 블록이 이전 프레임의 어느 위치에서 이동한 블록 인지를 찾는 방법이다. 일반적으로 블록 매칭에 의한 움직임 예측 방법은 연속하는 두 동영상 프레임에 오직 2차원 이동 움직임만 존재한다고 가정하고, 비디오 압축분야에서 두 블록의 유사도를 평가하기 위해서 주로 사용하는 평균 절대값 차이(MAD:Mean Absolute Difference)를 이용한다. t 번째 프레임 I_t 에서 좌표 (k, l) 에 $M \times N$ 크기의 블록이 있다고 가정하며, 이 블록과 $t-1$ 번째 프레임 I_{t-1} 에서 좌표 $(k+x, l+y)$ 에 위치한 블록과의 평균 절대값 차이는 다음과 같이 계산한다.

$$MAD_{(k,l)}(x,y) = \frac{1}{MN} \sum_{i=0}^{M-1} \sum_{j=0}^{N-1} |I_t(k+i, l+j) - I_{t-1}(k+x+i, l+y+j)|$$

위 식에서 MAD 값을 가장 작게 만드는 변위 (x, y) 의 값을 해당 블록의 움직임 벡터로 생각할 수 있다. 그러므로 블록 (k, l) 에 해당하는 움직임 벡터를 $v(k, l)$ 로 나타내면 다음과 같다.

$$v(k,l) = \arg \min_{(x,y)} MAD_{(k,l)}(x,y)$$

Fig 3.7은 블록 매칭 움직임 추정 과정을 그림으로 보여준다. [Fig. 3.7]의 (a)는 t 번째 프레임에 존재하는 $M \times N$ 크기의 블록을 보여준다. (b)는 $t-1$ 번째 프레임에서 해당 블록 주변의 검색 윈도우의 크기를 보여준다. 이 검색 윈도우 안에서 해당 블록과 MAD 값이 가장 작은 위치의 블록을 찾고, 그 위치 변화를 움직임 벡터로 인지하게 된다. (c) 는 찾아낸 움직임 벡터의 모습을 보여준다.

블록 매칭 움직임 추정방법에서 특정 블록 주변의 모든 변위에 대하여 MAD를 계산하는 방법을 전역 검색 (Full search) 방법이라 하며, 전역

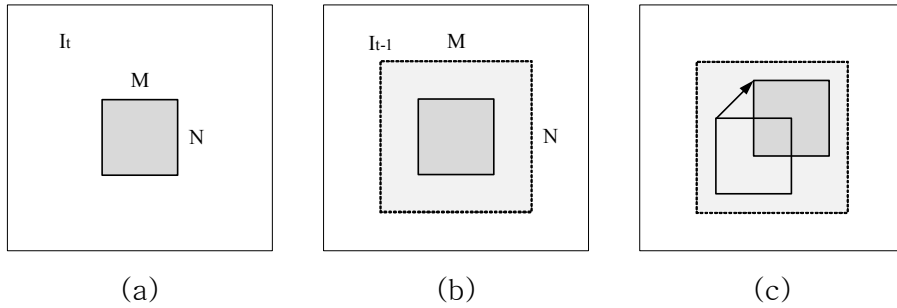


Fig.3.7 A method estimating block matching motion

검색 방법을 사용하면 가장 정확한 매칭 기반 움직임 벡터를 알아낼 수 있다. 그러나 윈도우의 크기가 커질수록 전역 검색 방법은 너무 많은 연산 시간을 필요로 한다는 단점을 갖는다. 이러한 단점을 보완하기 위해 일부 위치에 대해서만 MAD를 계산하는 방법들이 개발되었고, 이 중, 다이아몬드 검색 (Diamond search) 방법은 빠르고 정확한 움직임 추정 방법으로서, 두 개의 검색 패턴을 가진다. 하나는 큰 다이아몬드 검색 패턴 (LDSP¹⁰) : Large diamond search pattern) 이고, 다른 하나는 작은 다이아몬드 (SDSP¹¹) : Small diamond search pattern) 이다. Fig. 3.8 은 이 두 검색 패턴의 모습을 보여준다. 다이아몬드 검색 방법은 우선 LDSP 방법으로 최소 MAD 위치의 근방으로 빠르게 이동하고, 마지막으로 SDSP 방법으로 정확한 위치를 찾는다.

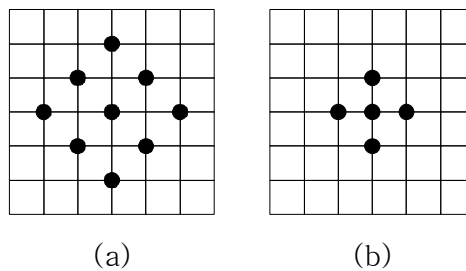


Fig. 3.8 Two diamond search pattern

10) LDSP (Large diamond search pattern)

11) SDSP (Small diamond search pattern)

다이아몬드 검색 알고리즘은 Fig. 3.9 에 표시하였다.

1. 블록의 중심을 (0, 0) 으로 설정한다.
2. 9개의 LDSP 위치에서 MAD 값을 계산한다. 만약 9개의 LDSP 점들 중에서 가운데 점에서 최소 MAD 값이 나타나면 4번으로 이동한다. 아니면, 3번으로 이동한다.
3. 2번에서 구한 최소 MAD 위치를 다시 블록의 중심으로 설정하고, 9개의 점들에서 LDSP 방법으로 MAD를 구한다. 만약, LDSP 의 가운데 점에서 최소 MAD 값이 나타나면 4번으로 이동한다. 아니면, 이 과정을 반복한다.
4. SDSP 방법으로 5개의 점에서 MAD를 계산한다. 5개의 위치 중 최소 MAD 값을 나타내는 위치가 최종 위치이다.

Fig. 3.9 A motion estimating algorithm using diamond search method

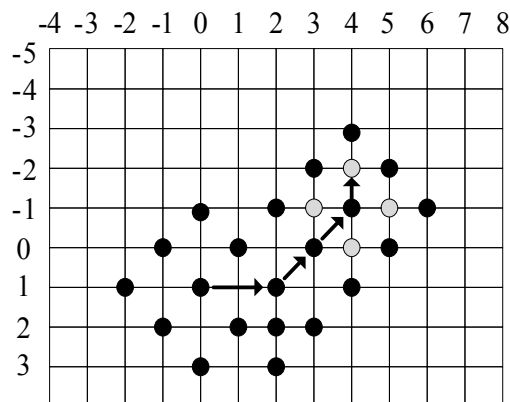


Fig. 3.10 Estimating motion using diamond search method

Fig 3.10 은 다이아몬드 검색 알고리즘을 이용하여 움직임 벡터를 찾는 과정을 보여준다. 좌표 (0, 0)에서 시작하여 LDSP 방법으로 9개 위치에서 MAD를 구하고, 그 중 가장 작은 MAD 값을 갖는 오른쪽 점으로 위치를 이동하였다. 그리고 두 번의 LDSP 과정을 반복하여 우상단 대각선 방향으로 이동하였다. 이대 9개의 LDSP 점 중에서 가운데 점에서 최소 MAD를 가지기 때문에 마지막으로 SDSP 형태로 5개 점에 대하여 MAD를 계산한다. 결국 Fig. 3.10 은 이전 프레임의 (4, -3) 위치에서 블록이 이동해왔음을 나타내는 것이다.

본 연구에서는 전역 검색 블록 매칭을 이용한 움직임 벡터를 찾는 방법을 사용하였다. Visual C++ 프로그래밍 툴을 사용하여 클래스로 구현하였으며, 클래스명은 "CFullSerchMotionVector" 이다. Fig. 3.11 은 이 클래스의 헤더 부분 소스 파일이다.

소스 파일의 상단에는 MotionVector 구조체를 정의하는 문장이 있다. MotionVector 구조체는 특정 블록의 움직임 벡터를 저장할 정수형 변수 x와 y를 가지고 있다. 블록 매칭에 의한 움직임 추정은 기본적으로 움직임 정보가 정수형으로 결정된다.

"CFullSearchMotionVector" 클래스의 멤버변수들에는 CDib* 타입의 멤버 변수 m_pDib1과 m_pDib2 2개와, 움직임 벡터 정보 저장 변수 m_pMotion, 픽셀 크기 저장 변수 m_nBlockRow 와 m_nBlockCol 가 있다. m_pDib1 은 이전 프레임의 영상을 가리키는 포인터이고, m_pDib2 는 현재 프레임의 영상을 가리키는 포인터이다. m_pMotion 은 각 블록의 움직임 벡터 정보를 저장하는 변수이고, 프로그램 동작 시 2차원 배열 형태의 메모리 공간을 동적 할당하여 가리키게 된다. 이 때 m_pMotion 배열의 크기는 m_nBlockRow 와 m_nBlockCol을 참조하게 된다. m_nBlockRow 는 영상의 세로 픽셀 크기를 블록 하나의 크기로 나눈 값을 저장하고, m_nBlockCol 은 영상의 가로 픽셀 크기를 블록 하나의 크기로 나눈 값을 저장한다.

또 "CFullSearchMotionVector" 클래스의 멤버함수는 다음 설명과 같다. SetImages(...) 함수는 이전 프레임 영상과 현재 프레임 영상을 설정한다. FullSearch() 함수는 전역 검색 방법에 의한 움직임 벡터를 계산한다. GetMotionVector() 는 m_pMotion을 반환하는 함수이고, GetMotionImage(...) 는 움직임 벡터를 표현하는 영상을 생성한다.

InitMotion() 함수는 m_pMotion 멤버 변수에 움직임 벡터를 저장할 2차원 배열을 동적으로 할당하고, DeleteMotion() 동적 할당된 m_pMotion을 메모리 공간에서 해제한다. BlockMotion(...) 함수는 가로 x번째, 세로 y번째 블록의 움직임 벡터를 계산한다. GetMAD(...) 이전 프레임의 (x1, y1) 위치의 블록과 현재 프레임의 (x2, y2) 위치의 블록 간의 MAD를 계산한다.

```
#pragma once

typedef struct _MotionVector
{
    int x ;
    int y ;
} MotionVector

class CDib ;
class CFullSearchMotionVector
{
public :
    CFullSearchMotionVector(void) ;
    ~CFullSearchMotionVector(void) ;
public :
    CDib* m_pDib1 ;
    CDib* m_pDib2 ;
    MotionVector** m_pMotion ;
    int m_nBlockRow ;
    int m_nBlockCol ;
public :
    void SetImage(CDib* pDib1, CDib* pDib2) ;
    MotionVector** GetMotionVector() ;
    void FullSearch() ;
    void GetMotionImage(CDib& dib) ;
protected :
    void InitMotion() ;
    void DeleteMotion() ;
    MotionVector BlockMotion(int x, int y) ;
    double GetMAD(int x1, int y1, int x2, int y2) ;
} ;
```



Fig. 3.11 the codes of CFullSearchMotionVector.h

Fig. 3.12 는 “CFullSearchMotionVector” 클래스의 소스파일을 나타낸 것이며, 본 연구에서 사용된 영상이미지 트래킹 알고리즘의 하나인 전역 검색 블록 매칭 기법에 관련된 멤버함수 FullSearch(), BlockMotion(...), GetMAD(...), GetMotionImage(...).를 구현한 소스를 보여준다.

```
void CFullSearchMotionVector::FullSearch()
{
    InitMotion() ;
    register int i, j ;
    for(j=0 ; j<m_nBlockRow ; j++)
    for(i=0 ; i<m_nBlockCol ; i++)
    {
        m_pMotion[j][i] = BlockMotion(i, j) ;
    }
}

MotionVector CFullSearchMotionVector::BlockMotion(int bx, int by)
{
    MotionVector mv ;
    register int i, j ;
    int x1, y1, x2, y2 ;
    double err, err_min ;
    x1 = bx * BLOCK_SIZE ;
    y1 = by * BLOCK_SIZE ;
    err_min = GetMAD(x1, y1, x2, y2) ;
    mv.x = 0 ;
    mv.y = 0 ;
    for(j=-WINDOW_SIZE ; j<=WINDOW_SIZE ; j++)
    for(i=-WINDOW_SIZE ; i<=WINDOW_SIZE ; i++)
    {
        if(j == 0 && i == 0) continue ;
        x2 = x1 + i ;
        y2 = y1 + j ;
        err = GetMAD(x1, y1, x2, y2) ;
        if(err<err_min)
        {
            err_min = err ;
            mv.x = i ;
            mv.y = j ;
        }
    }
}
```



```

    if(err_min < 2.0) mv.x = mv.y = 0 ;
    return mv ;
}

double CFullSearchMotionVector::GetMAD(int x1, int y1, int x2, int y2)
{
    register int i, j ;
    int w = m_pDib1->GetWidth() ;
    int h = m_pDib1->GetHeight() ;
    BYTE** ptr1 = m_pDib1->GetPtr() ;
    BYTE** ptr2 = m_pDib2->GetPtr() ;
    int count = 0 ;
    int temp, sum = 0 ;
    for(j=0 ; j<BLOCK_SIZE ; j++)
    for(i=0 ; i<BLOCK_SIZE ; i++)
    {
        if((x1+i < 0) || (x1+i >= w) || (y1+j < h) ||
           (x2+i < 0) || (x2+i >=w) ||
           (y2+j < 0) || (y2+j >= h))
            continue ;
        temp = ptr1[y1+j][x1+iW - ptr2[y2+j][x2+i] ;
        if(temp < 0) temp = -temp ;
        sum += temp ;
        count++ ;
    }
    return ((double) sum/count) ;
}

void CFullSearchMotionVector::GetMotionImage(CDib& dib)
{
    register int i, j ;
    int w = m_pDib1->GetWidth() ;
    int h = m_pDib1->GetHeight() ;
    dib.CreateGrayImage(w, h) ;
    int cx, cy ;
    for(j=0 ; j<m_nBlockRow ; j++)
    for(i=0 ; i<m_nBlockCol ; i++)
    {
        if((m_pMotion[j][i].x == 0) && m_pMotion[j][i].y == 0)
            continue ;
        cx = (i*BLOCK_SIZE)+(BLOCK_SIZE/2) ;
        cy = (j*BLOCK_SIZE)+(BLOCK_SIZE/2) ;
        DibDrawLine(dib, cx, cy, cx+m_pMotion[j][i].x, cy+m_pMotion[j][i].y, 0) ;
    }
}

```



Fig. 3.12 the codes of CFullSearchMotionVector.cpp

다) 화면 분할

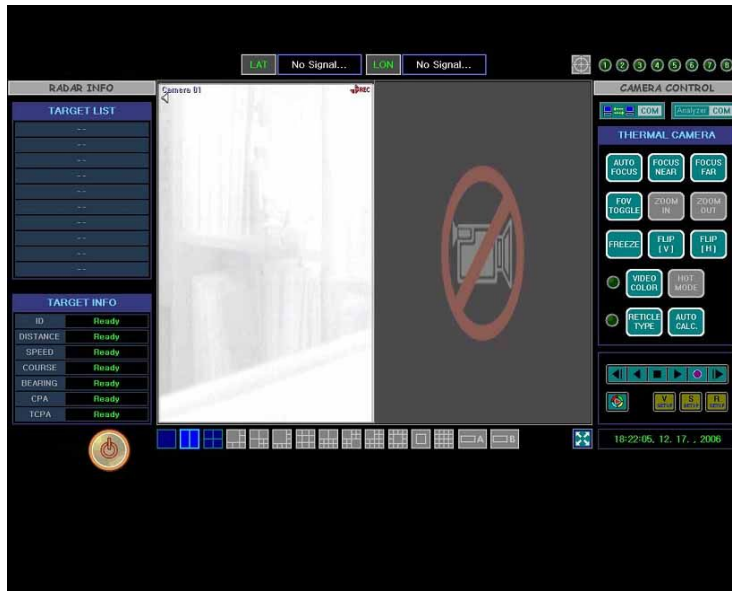


Fig. 3.13 2-division screen

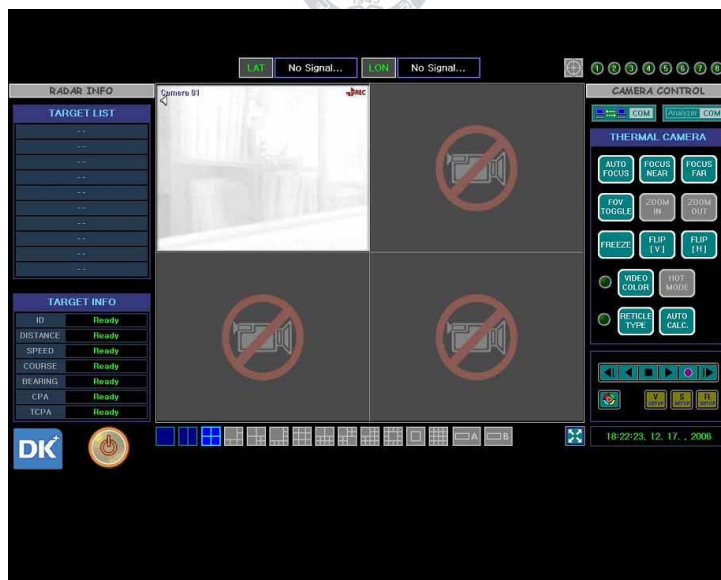


Fig. 3.14 4-division screen

□ GPS 및 통신 상태 표시부 (Top pane)



Fig. 3.15 The part of GPS & communication status display

Fig. 3.15는 NVS 소프트웨어의 로고와 GPS 정보 표시부, 그리고 카메라 제어시스템과 연동되는 장비들의 통신 상태 표시부로 구성되어 있다.

프로그램 로딩 초기이거나, GPS로부터 데이터가 수신되지 않을 경우, LAT와 LON 데이터 표시부에 "No Signal" 이라는 텍스트 메시지를 표시하고, 통신 상태 표시부는 PC의 통신포트를 사용하는데, COM1 ~ 8까지 최대 8개까지 외부 장비와 연동하도록 확보되어 있다. 본 프로그램에서는 GPS 와 RADAR 와 연동하므로, 2개의 통신포트를 사용하며, 통신 상태가 정상일 때, 녹색으로 주기적으로 점멸한다.

가) GPS 정보 표시 (LAT/LON)

- GPS와 연동하여 본 선의 위치를 표시해준다.
- 본선의 위치 정보는 “LAT”에 위도를, “LON”에 경도를 표시한다.
- “LAT” : Latitude (위도), “LON” : Longitude (경도)

나) 연동 시스템 통신 상태 표시

- NVS 시스템과 연동되어 있는 항해통신장비와의 통신 상태를 표시한다.
- 항해통신장비와의 연동이 성공적으로 이루어지면, 원형 버튼이 “녹색점멸”을 한다.
- 항해통신장비와 연동은 국제통신규약을 따라 NMEA-0183 프로토콜 통신으로 이루어진다.
- NVS 시스템은 GPS 와 RADAR 와의 연동을 지원한다.

□ RADAR 감시부 (Left pane)



① TARGETLIST

- RADA와 연동하여 ARPA 타겟 정보 표시.
- RADAR 추적 타겟 개수 : 최대 10개
- 기본 표시 정보 : 타겟 ID, 스피드, 거리.

② TARGETINFO

- “TARGET LIST” 에서 표시된 타겟을 마우스 지정(클릭)하면, 그 타겟의 상세 정보가 아래의 “TARGET INFO”에 표시된다.
- 표시 정보
 - ID : RADAR에서 지정한 타겟명
 - DISTANCE : 본선과 타겟과의 거리
 - SPEED : 타겟의 진행 방향
 - BEARING : 본선 기준 타겟의 상대 방위
 - CPA : 본선과 타겟과의 최근접거리
 - TCPA : 본선과 타겟과의 최근접거리 까지 걸리는 시간

Fig. 3.16 The part of RADAR ARPA target information display

□ 카메라 제어부 (Right pane)

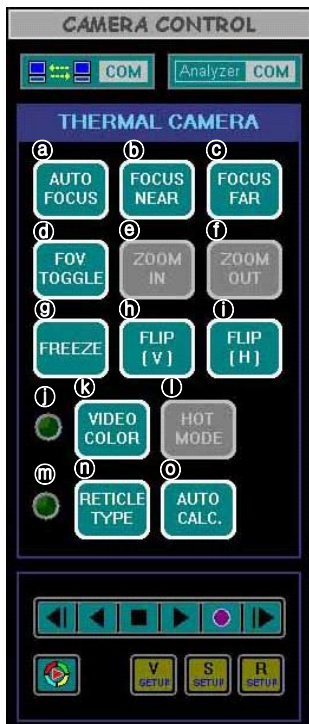


Fig. 3.17 The part of camera control

- ① AUTOFOCUS
 - 자동 초점 조절 기능
- ② FOCUS NEAR
 - 근거리(+) 방향으로 초점 이동(수동)
 - 초점 보정시 사용
- ③ FOCUS FAR
 - 원거리(-) 방향으로 초점 이동(수동)
 - 초점 보정시 사용
- ④ FOVTOGGLE
 - FOV (Field of View), NEAR/FAR
- ⑤ ZOOM IN
 - 주간감시 카메라의 Zoom 기능. 근거리(+)
- ⑥ ZOOM OUT
 - 주간감시 카메라의 Zoom 기능. 원거리(-)
- ⑦ FREEZE : 순간 영상 정지
- ⑧ FLIP(V) : 영상 수직 반전
- ⑨ FLIP(H) : 영상 수평 반전
- ⑩ COLOR Change Enable
 - 영상 표시 색상 변경 기능 ON/OFF
- ⑪ VIDEO COLOR
 - “COLOR Change” 버튼(기능) ON 상태에서, 영상 표시 색상 변경
- ⑫ HOT MODE
 - 목표물 색상 변경 (2 가지 모드)
 - WHITE/BLACK HOT.
- ⑬ RETICLE Change Enable
 - 영상 화면 중앙 표식 기능 ON/OFF
- ⑭ RETICLE TYPE
 - 영상 화면 중앙 표식 버튼(기능) ON 상태에서, 화면 중앙 표식 형태 변경 (3 형태)
- ⑮ AUTO CALC.
 - 카메라 셔터 보정 수행

나. 주 감시 화면 (확장 감시 및 제어화면)



Fig. 3.18 The menu icon in the expanded screen of the video image surveillance & recording software

Fig. 3.18는 영상감시 및 저장 프로그램의 확장모드시의 화면이며, 오른쪽에 카메라 제어 및 영상 제어용 기능 아이콘을 제공한다.

- ① 카메라 제어 기능 아이콘
 - 야간 열상 카메라 제어 버튼 (기본 주 감시화면과 동일한 기능)
- ② DVR 설정 및 Video Player 아이콘
 - 기본 주 감시화면과 동일한 기능

□ 야간 감시카메라 제어 기능 메뉴 아이콘

- 카메라 감시 및 제어 소프트웨어 (GoldenEye)를 종료 시킨다.

Fig. 3.19 The menu icons of camera control



※ 이 아이콘의 기능들은 기본 주 감시 화면(통합 감시 및 제어 화면)과 동일함.

□ 감시 화면 전환 (최대 화면)

Fig. 3.20 The menu icons for video setup and video player




- ① VIDEO PLAYER
- 기록된 영상 재생하는 영상 플레이어.
- ② VIDEO SETUP
- 영상 출력 형식 지정 설정창
- ③ SURVEILLANCE SETUP
- 영상 출력 채널 설정, Sensor Input(DI), Alarm Output(DO) 설정창
- ④ RECORD SETUP
- 사용 가능한 카메라 채널 별 출력 형식, 녹화 해상도, 모션 캡처 설정창

※ 이 아이콘의 기능들은 기본 주 감시 화면(통합 감시 및 제어 화면)과 동일함.

다. 영상 재생

□ Video Player

가) Video Player 아이콘 선택

-  비디오 플레이어 아이콘 (Video Player)

나) 영상 폴더 선택

- 영상이 기록되는 폴더를 선택한다. (기본 : 내컴퓨터>E: Drive 선택)

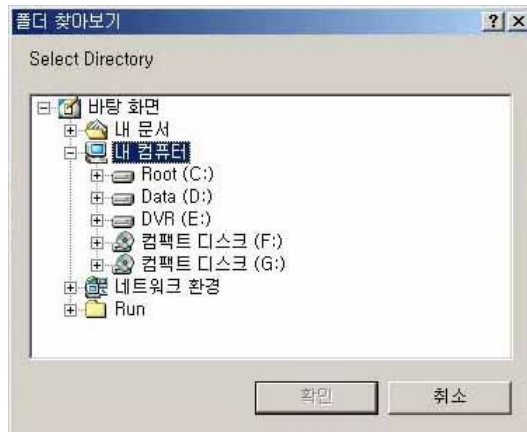


Fig. 3.21 Dialog box to search
folder located video files

- “화면 전환” 버튼을 누를 때 마다, 주 감시화면과 최대 감시 화면을 번갈아 전환시킨다.

다) 재생할 영상 선택 및 재생

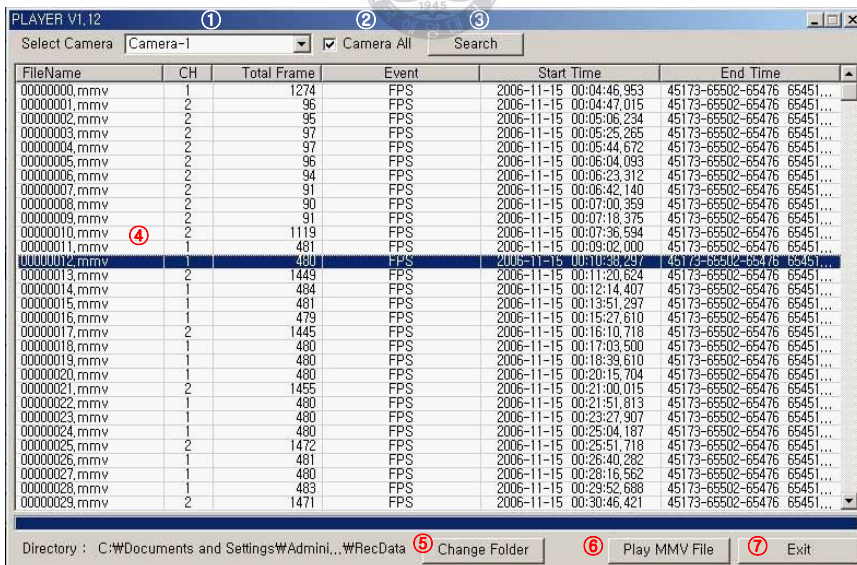


Fig. 3.22 The video file list dialog box

①②③ 카메라 선택 및 영상 파일 검색

- 영상 재생을 위해 카메라를 선택(①) 한다. 또는 “Camera All” (②)을 체크한 다음, “Search” 버튼 (③)을 클릭한다.

④ 영상파일 선택 : 마우스로 재생을 원하는 파일을 선택한다.

⑤ 영상 재생

- 영상파일을 “더블 클릭” 하거나, “Play MMV File”(⑥) 버튼을 누른다.
- 비디오 플레이어 “MMV Player” 가 실행되면서, 영상이 재생된다.

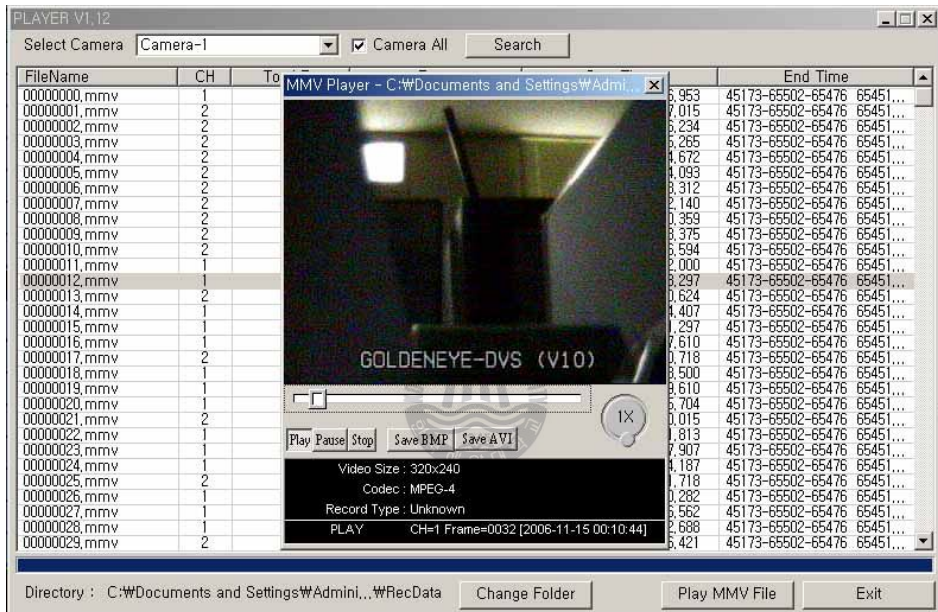


Fig. 3.23 The video player after selecting a video file

라) 과거 기록 영상 순간 포착(영상 이미지 파일로 저장)

- 1. 비디오 플레이어(MMV Player) 에서 “Save BMP” 버튼을 누른다.
- 2. “Save a file” 창에서, 순간 영상을 저장할 폴더를 지정한다.
- 3. “파일 이름(N)” 입력란에 원하는 파일명을 입력한다.
(예 : 불법어선-만어호.)
- 4. “저장” 버튼을 누른다.
- 5. “윈도우 탐색기”를 실행시키고, 순간 포착 영상을 저장한 폴더에 조금 전에 저장한 파일(*.bmp)이 있는 지 확인한다.

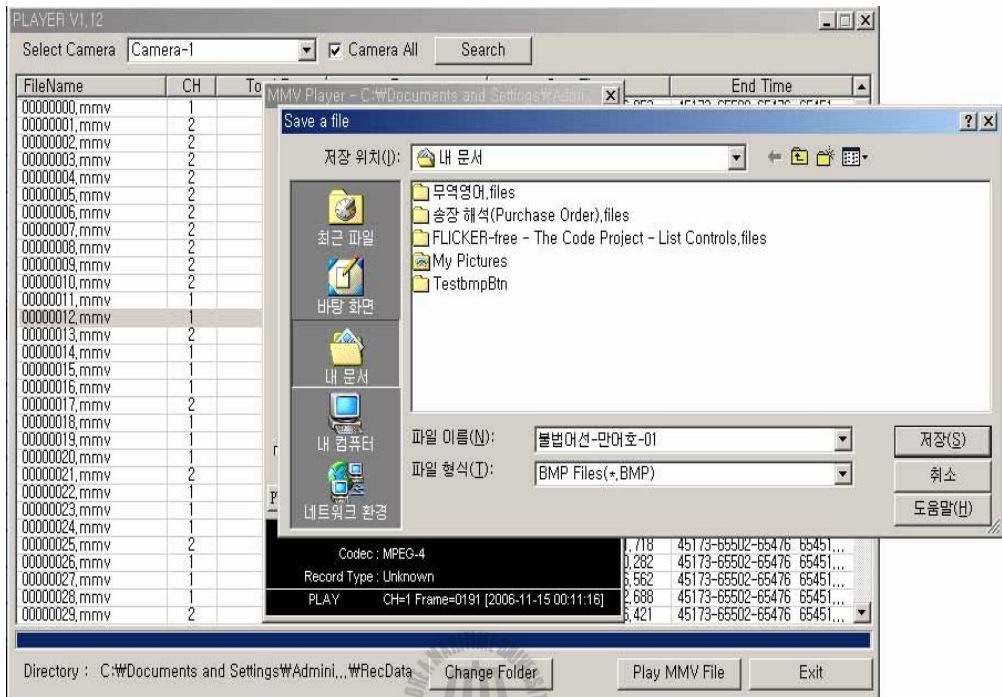


Fig. 3.24 Capturing of video image (BMP, etc) on playing

3.2.2.2 타겟 트랙킹 연동 로직과 구현

선박용 영상감시 및 타겟추적소프트웨어의 타겟 트랙킹 기능 구현을 위해 실제 선박용 시스템간의 연동에 사용되는 국제 통신 규약인 IEC 61162과 NMEA-0183 의 프로토콜 규약을 만족하도록 구현한다. IEC 61162 와 NMEA-0183 규약은 해상용 항해 및 무선 기기간의 디지털 통신에 기술적 사양 및 통신 프로토콜 등을 규정한 것이며, 권장 사항이나 현재 대부분의 선박용 장비들은 이 국제 표준들을 만족하도록 개발 및 제작하여 제작회사가 다른 장비들 간의 호환성을 보장한다.

본 시스템과 연동되는 장치는 GPS 또는 DGPS 와 RADAR 시스템이며, 각 장비와의 연동을 위해 적용할 데이터 통신 프로토콜 포맷으로 GPS 는 GGA, RADAR 는 TTM 포맷을 사용한다.

○ 데이터 통신 규격

- International Standard IEC 61162-1
 - : Maritime navigation and radiocommunication equipment and systems - Digital Interfaces - Part 1
 - : Single talker and multiple listeners
- Electrical Specification : Computer standard RS-422 (standard EIA-422-A)
- Baud rate : 4,800 bps
- Data bits : 8 (D7 = 0)
- Parity : None
- Stop bits : 1

○ GGA - Global positioning system (GPS) fix data

GGA 형식자는 GPS 수신기용 시간, 위치, 고정 관련 데이터를 포함한다.

Time, position and fix-related data for a GPS receiver.

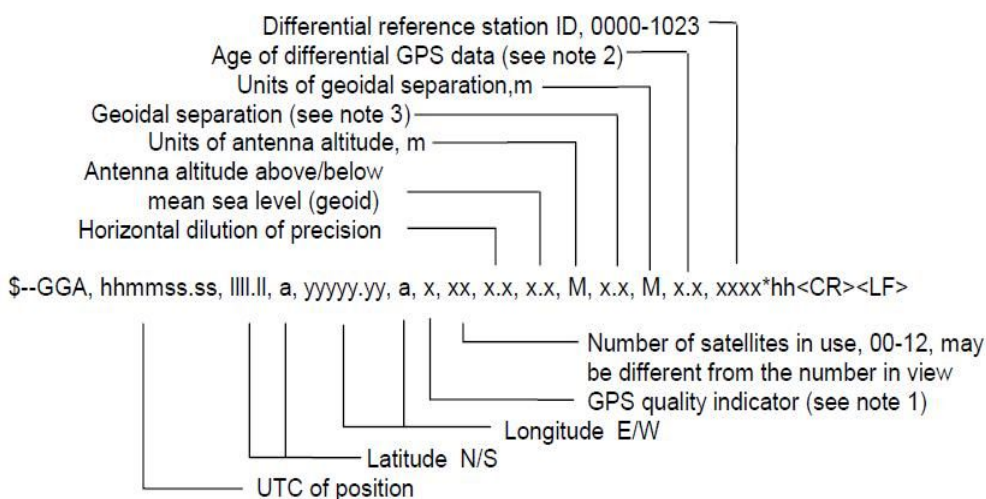


Fig. 3.25 GGA formatter code of NMEA Protocol

NOTE 1) GPS quality indicator

0 = 이용가능하지 않거나 유효하지 않은 고정 데이터

1 = GPS SPS 모드, 유효한 고정 데이터

2 = 차동 GPS 모드, SPS 모드, 유효한 고정 데이터

3 = GPS PPS 모드, 유효한 고정 데이터

4 = 실시간 운동학.

고정 정수를 사용하는 RTK 모드에 사용되는 위성시스템

5 = 부동 RTK. 부동 정수를 사용하는 RTK 모드에 사용되는 위성시스템

6 = 예측 모드. (Dead Reckoning)

7 = 수동 입력 모드

8 = 시플레이터 모드

NOTE 2) 마지막 SC104 타입 1 또는 9 까지 업데이트 이후 초(Second)
시간

NOTE3) 지오이드 구분 (Geoidal¹²⁾ Separation).

WGS-84 지구 타원체와 표준해수면¹³⁾ 간의 차이.

“-” = WGS-84 표준타원체¹⁴⁾ 표면 이하의 표준해수 표면

- 프로토콜 패킷 예) \$GPGLL,5057.970,N,00146.110,E,142451,A*27

○ TTM - Tracked target message

IMO Resolution A.820:1995 와 MSC 64(67) Annex 4 : 자선 위치와 관련된 추적된 타겟과 결합된 데이터이다.

이 형식의 메시지 포맷에 포함될 수 있는 정보는 타겟번호, 타겟명, 자선으로부터의 타겟의 거리와 방위, 타겟의 속도와 침로, CPA, TCPA, 타겟의 상태, 데이터 시간, 수신형태이다.

12) Geoidal : 지오이드, 평균 해수면과 그 연장으로 생각되는 상상의 면

13) Mean Sea Level : 표준 해수면

14) Ellipsoid : 표준타원체

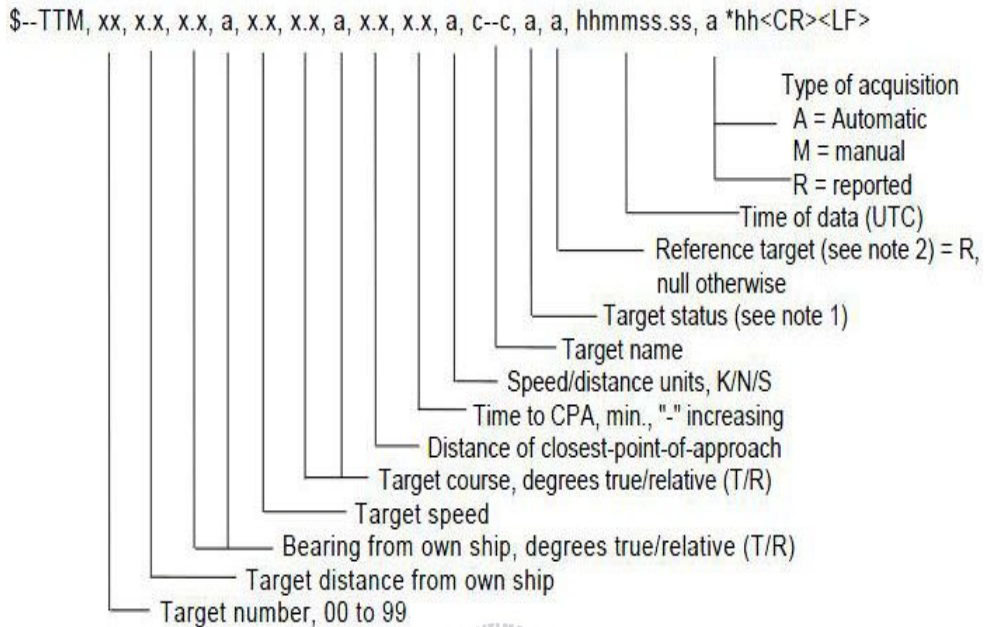


Fig. 3.26 TTM formatter code of NMEA Protocol

NOTE 1) 타겟 상태

L = Lost, 추적 타겟 소실(추적 실패)

Q = 질의, 포착 과정에 있는 타겟

T = 추적중

NOTE 2) 참조 타겟 : 만약 타겟이 자선 위치 또는 속도를 결정하는데 사용되는 참조 타겟이라면, "R" 로 설정된다. 만약 그렇지 않다면, NULL 이다.

3.3 하드웨어 설계

3.3.1 시스템 구성

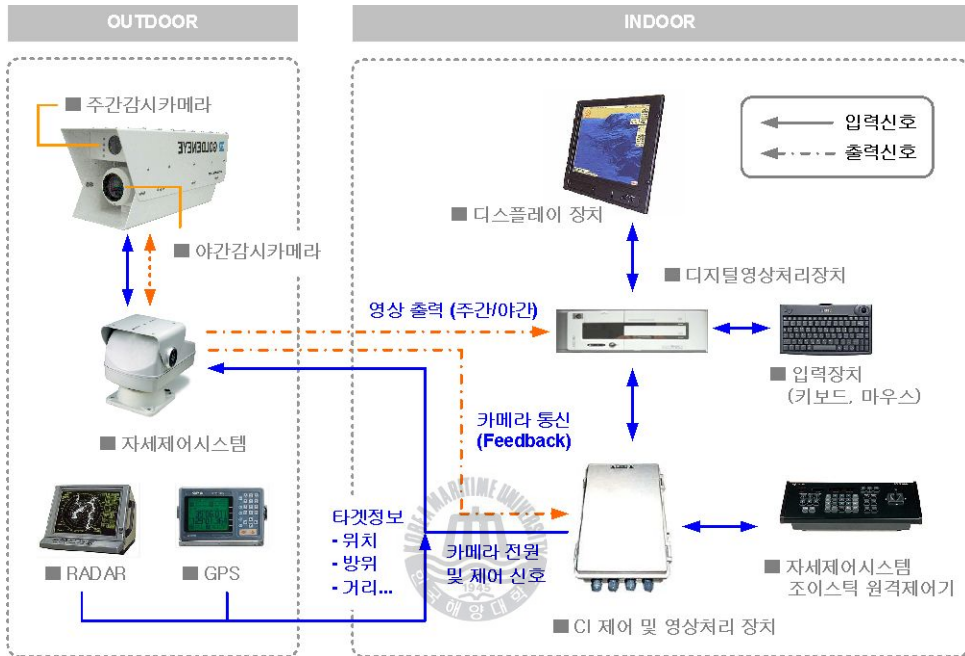


Fig. 3.27 System Configuration

선박용 영상감시 및 타겟추적알고리즘을 위한 시스템의 하드웨어 구성은 Fig. 3.27와 같이 운용 선박의 외부에 설치되는 주·야간 감시카메라와 카메라 제어부가 탑재되어 있는 ① Payload 부와 Payload를 탑재하여 기상 및 해상의 상태에 독립적이고 고품질의 영상 획득을 보장하는 자세제어시스템인 ② P&T Driver, 조타실 내부의 콘솔에 탑재되는 ③ 디스플레이 장치, 영상 저장 및 기록 과 재생을 담당하는 ④ 디지털 영상처리장치(DVR)와 ⑤ 입력 장치(키보드, 마우스), 선외의 P&T Driver를 제어하는 ⑥ 조이스틱 리모트 컨트롤러, 각종 신호(데이터, 제어, 영상)를 집적·처리하고 타겟 트래킹 기능을 위해 연동하는 GPS 와 RADAR 시스템과의 데이터 통신을 수집·처리하는 ⑦ 메인 데이터 처리장치로 구성된다.

3.3.1.1 Payload 부

Fig. 3.27 의 시스템 구성도와 같이 주간카메라와 야간적외선카메라를 하나의 외함에 내장하고, 선내에 설치되는 조이스틱 리모트 컨트롤러와의 통신을 위한 원격 카메라 통신 모듈 또한 탑재되어 있다.

주간카메라는 고성능 320배 전동줌 카메라로써, 광학(Optical)줌 32배, 디지털줌 10배의 해상도를 가지며, RS-485 통신으로 카메라의 전동줌 모터 및 세부 설정값을 변경할 수 있다.

주간 CCD¹⁵⁾ 카메라의 출력 영상은 NTSC 와 PAL 방식 모두 출력 가능하나 미국, 일본, 캐나다를 비롯하여 우리나라에서는 NTSC 방식을 사용하므로 NTSC 영상으로 이후 모든 영상 처리 기능들을 수행한다.

야간 적외선 카메라는 FLIR 시스템이라고도 불리는데, 본 연구에서 사용한 카메라는 냉각식 적외선 카메라로써, 자체에 냉각기와 온도조절기가 내장되어 있어 자기 자신의 온도를 약 영하 200도 가까이 낮추고, 렌즈와 이미지 센서를 통해 피사체의 온도를 상대적으로 검출하여 결과적으로 흑백의 이미지를 만들어 낸다. 기본값으로 흰색 부분은 온도가 높은 부분이고, 흑색 부분은 온도가 낮은 부분으로 비교적 선명하고 섬세한 영상을 출력하므로 최근의 열영상 적외선 카메라들은 이러한 추세를 반영하고 있다. 카메라의 제어는 RS-422 로 이루어지며, 초기화 (냉각시간¹⁶⁾) 에 약 7~10분 정도가 소요된다. 단, 냉각식 적외선 카메라는 비냉각식에 비해 열영상의 품질이 비교적 우수하나 내부 영상 검출을 위한 냉각기를 내장하고 있어, 기계적인 마모 등의 이유로 운전시간¹⁷⁾이 약 7,500 시간정도로 영구적이지 못하다. 최근에는 비냉각식 적외선 카메라 시스템도 활발히 개발 및 상용화되고 있다.

Payload 부의 외함은 선외에 설치되어 운용되는 특성으로 인해, 방수 및 방습, 염해 및 진동 등을 고려하여 설계 및 제작되며, 외함 재질로는 스테인레스 강판을 이용하거나 내부식성 알루미늄 재질과 방식도료를 결합하여 이를 보완하고 있다.

15) CCD (Charged-coupled device) - 전하결합소자 또는 센서

16) Cooling Time - 냉각 시간

17) MTBF (Mean Time Between Failures) - 평균 무고장 시간

3.3.1.2 P&T Driver 부

P&T Driver 부는 본 시스템의 주요 파트 중 하나로써, Payload와 조이스틱 리모트 컨트롤러 사이의 신호 연결의 중간자 역할을 담당하고 있으며, 카메라의 출력 신호 케이블과 데이터 통신 케이블, Payload 및 P&T Driver 으로의 전력공급을 중계한다. 또한 P&T Driver 은 선박의 특성상 해상의 상태에 전적으로 영향을 받게되는데, 이러한 다변적인 해상상태의 변화에 독립적이고, Payload를 선체의 진동 등의 환경 요인으로부터 안정적으로 보호하여 고품질의 안정적인 영상을 획득할 수 있도록 해주는 고급 CI 기술을 적용한 자세제어알고리즘과 타겟추적 영상처리 알고리즘을 내장하고 있는 MCU 기반의 임베디드 시스템을 탑재하고 있으며, 고속의 서보모터 구동부로 구성되어 있다. 목표 성능은 Pan (Azimuth) 방향 360° 무제한 회전과 구동 반응 속도는 100~120°/sec 이며, Tilt (Elevation) 방향 -40°~+60° 구동 각도와 구동 반응 속도는 15°/sec 이다. 동작 모드는 ① Auto Scan 모드, ② Auto Stabilization 모드, ③ Target Tracking Mode 가 있다.

3.3.1.3 디스플레이 장치부

디스플레이 장치부는 15“ 이상 선박용 환경테스트를 거친 인증서를 보유한 TFT LCD 모니터를 말하며, 최소 해상도가 1024 x 768 이상, 최적 운용 해상도는 1280 x 1024 이상이어야 한다. 권장 응답시간은 25ms 이하, 선박의 조타실 내부에 설치될 경우, 항해에 지장을 주지 않도록 LCD Dimmer 기능이 내장되어 있어야 한다.

외부 입력 단자는 Composite¹⁸⁾ video 입력 RCA¹⁹⁾ 단자와 RGB(PC) 신호 단자, DVI-D (PC) 신호 단자, S-Video 단자, 그리고 AC 전력 공급단자와 DC 전력 공급 단자가 제공되어야 한다.

본 논문에서 구현된 DVR 과는 RGB 단자를 사용하여 연결하여 영상감시 및 저장용 소프트웨어를 표시하고, Comosite video 입력 단자를 이용

18) Composite Signal - 비디오 신호의 일종, 컬러영상의 삼원색 신호를 복합하여 하나의 신호로 만든 것으로 일반 텔레비전의 입력으로 이용한다.

19) RCA 단자 = Phono Plug, 오디오 증폭기에 쓰이는 잭의 일종

하여 주간 야간 감시카메라의 영상을 바로 입력하여 카메라 영상 화질의 성능을 테스트하는 용도로 사용한다.

3.3.1.4 디지털 영상처리장치 부

디지털 영상처리장치(DVR) 은 선외의 P&T Driver 와 연결된 영상 출력케이블에서 출력되는 Composite video 영상을 입력 받아 디지털 영상으로 변환시켜 주는 영상처리보드를 통해 획득된 디지털 영상을 저장하고, 영상감시 및 저장용 소프트웨어 상에 표시 및 검색하는 기능을 담당한다. 4 개의 Composite video 포트 이상을 가진 PCI 타입의 디지털 영상처리 보드를 PC 에 부착하여 외부 아날로그 영상을 입력 받아 디지털 영상 데이터로 변환하고, 영상 처리 보드를 제어하는 윈도우 Driver SW 와 연계하여 변환된 영상 데이터를 하드디스크에 저장함과 동시에 디스플레이에 출력하는 로직 및 영상 처리 알고리즘을 구현한 영상감시 및 저장 소프트웨어를 작성한다. 이 소프트웨어를 통해 각 주간 또는 야간 감시카메라의 세부 설정 및 제어가 가능하며, 동시에 추적 중인 타겟의 정보와 영상을 표시함으로써 결과적으로 이 영상감시 및 저장 소프트웨어를 통해 감시업무를 수행할 수 있게 된다.

3.3.1.5 입력장치부

입력장치부는 범용적으로 사용되는 키보드와 마우스로 구성된다. 주로 영상감시 및 저장용 소프트웨어의 각종 설정 및 저장된 영상의 검색이나 증거용 자료 처리에 사용된다.

3.3.1.6 조이스틱 리모트 컨트롤러부

조이스틱 리모트 컨트롤러는 조이스틱을 사용하여 P&T Driver를 수동으로 사용자가 임의대로 상/하/좌/우로 제어할 수 있으며, 자동 운영 모드로 ① Auto Scan 모드, ② Auto Stabilization 모드, ③ Target Tracking 모드가 있으며, Auto Scan 모드는 좌/우 360° Pan(Azimuth) 방향 중 사용자가 임의 관측 지점을 미리 정해 놓고 반복적으로 자동 감

시하는 모드로써, 정박 중이거나 EEZ 등 특정 해역의 고정 지역 경계 감시업무에 적합하며, Auto Stabilization 모드는 P&T Driver 가 경사센서, 각속도 센서 또는 자이로 센서 등을 사용하여 해수면의 상태에 능동적으로 반응하면서 사용자가 지정한 특정 지점을 유지시켜주는 모드로써, 해수면의 상태가 좋지 않고 조이스틱을 사용하여 수동 조작할 때 유용한 모드이다.

Target Tracking 모드는 특정 타겟을 지속적으로 감시하고자 할 때 유용하며, 기본적으로 Auto Stabilization 모드로 동작하고 이에 부가적으로 영상처리 임베디드 보드에 내장되어 있는 비디오 이미지 추적 알고리즘을 이용한 모션 트래킹 기능과 GPS 및 RADAR 와 연동되어 RADAR에서 지정한 ARPA²⁰⁾(타겟 정보)를 전송 받은 자선 중심 타겟의 위치, 방위, 거리 정보를 기준으로 한 추적알고리즘과 모션 트래킹 기능이 복합적으로 작용하는 복잡하면서도 매우 유용한 첨단 기술이다.

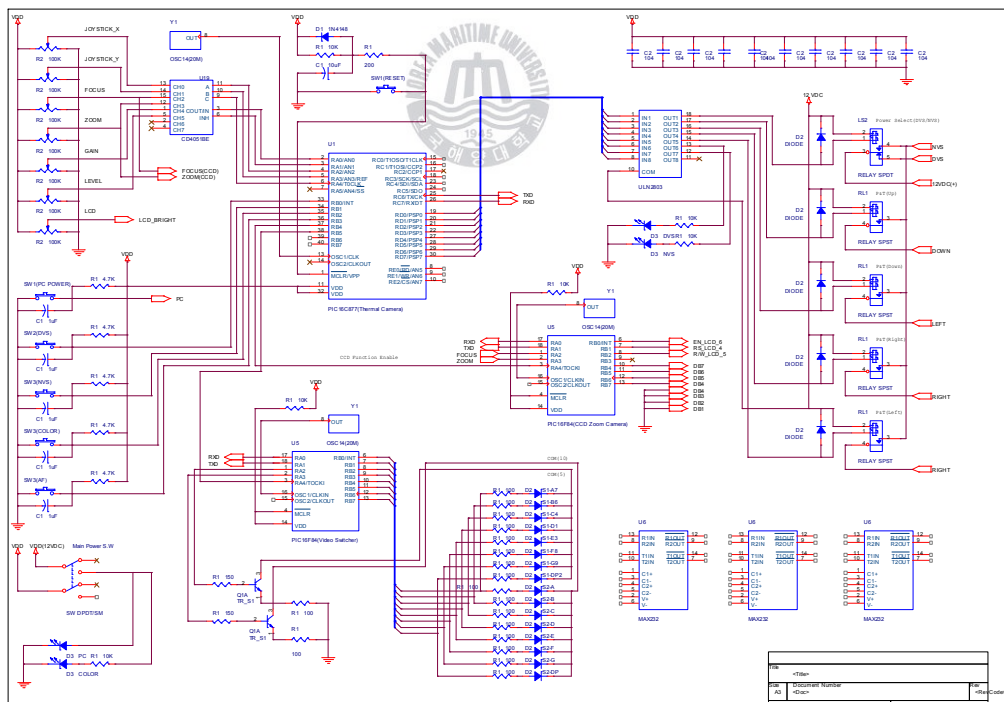


Fig. 3.28 Master board's circuit of Joystick remote controller

20) ARPA (Automatic RADAR Plotting Aids) - 충돌예방장치

상기의 Fig. 3.28 는 조이스틱 리모트 컨트롤러에 내장된 2개의 보드 (Master & Slave) 중 Master 보드의 회로도이며, MCU PIC16F877A 와 Master 보드에 전원을 공급하고 본 연구 시스템의 전체 전력을 제어 하는 전원부, 조이스틱 입력 처리부, P&T Driver 구동부, 주간 및 야간 감시카메라의 사용빈도가 높은 기능을 구현한 버튼 및 볼륨 노브 등으로 구성된 입력부, 현재 선택 운용중인 카메라 번호를 표시하는 7-Segment 표시부로 구성되어 있다.

PIC16F877A 는 8-bit CMOS 원칩 마이크로 컨트롤러로 RISC 와 하버드 아키텍처 구조를 가지고 있으며, 8K 워드의 플래시 프로그램 메모리 와 368 바이트의 데이터 메모리, 256바이트의 EEPROM을 내장하고 있다. 프로그램 메모리는 14비트 버스, 데이터 메모리는 8비트 버스, 40핀 패키지로 되어 있고, 입출력 포트는 방향 지정이 자유로운 33개의 I/O 포트를 가지고 있으며, 최대 동작속도는 20MHz 까지이다. 본 논문에서는 20MHz 로 동작하도록 20MHz 외부 오실레이터를 사용하였고, 1명령 실행속도는 200ns이다. Master MCU 와 Slave MCU 간의 통신은 RS-232C 통신규약을 사용하고, 하드웨어 버퍼를 가지고 있는 Port C 의 RX, TX 핀을 사용하여 구현하였다.

PIC16F877A 의 기술 사양 및 성능을 요약하면,

- Program Memory - 8K x 14 words
- Data Memory(RAM) - 368 Bytes
- EEPROM - up to 1 Million times Erase/Write enable
- CCP Module - 2 EA (CAPTURE/COMPARE/PWM)
- ADC - 10-bit AD Converter x 8CH
- Communication - SPI, I2C, SSP, PSP
- USART - Serial communication port
- Timers - 3 (Timers0, 1, 2) + WDT
- Interrupt Capability - up to 14 sources

Fig. 3.29 은 PIC16F877A 의 내부 구성 개념도이다.

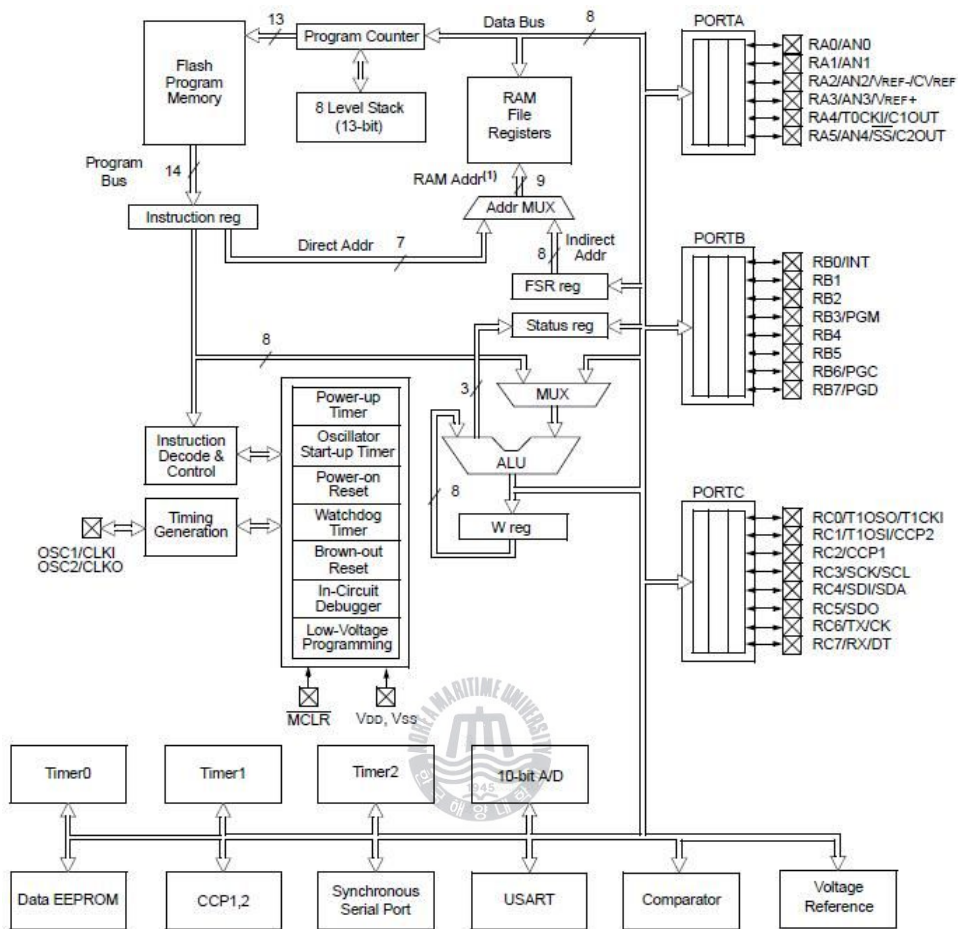


Fig. 3.29 PIC16F877A block diagram

아래 Fig. 3.30은 7-Segment display module 의 PCB Layout 그림이다. 7-Segment 구동 방식은 다이내믹 구동방식을 사용하였다.

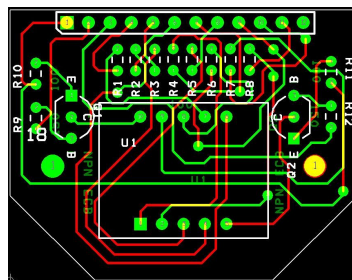


Fig. 3.30 7-Segment display module PCB

아래 Fig. 3.31 는 Joystick, push button S.W, Encoder S.W volume 등의 입력 장치의 신호를 수집하는 입력신호 수집보드이다.

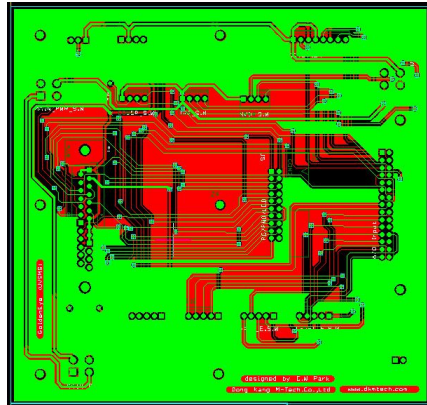


Fig. 3.31 Various Interfacing Input Device PCB

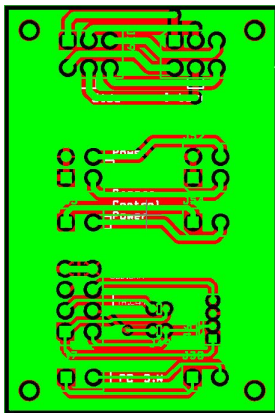


Fig. 3.32 AC Power Supply
Module PCB
for P&T Driver

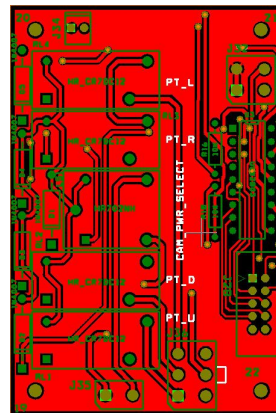


Fig. 3.33 AC Power
Control Module PCB
for P&T Driver

Fig. 3.32 는 P&T Driver 의 구동 전원(AC 220V)를 공급하는 AC 전원공급 PCB이며, Fig. 3.33 는 AC 전원공급 PCB로부터 AC 전원을 공급받아 Pan-left, Pan-Right, Tilt-Up, Tilt-Down 각각의 방향을 담당하는 Relay를 조이스틱의 조작 명령에 따라 제어함으로써 P&T Driver를 구동 및 제어한다.

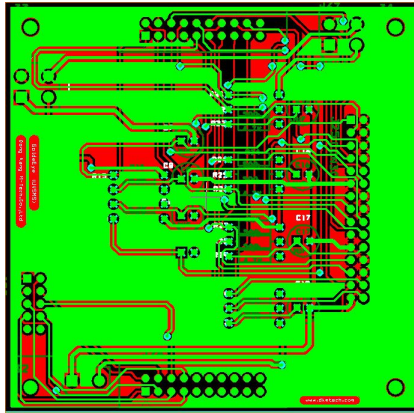


Fig. 3.34 Communication Device Module #1 PCB
in the Remote Controller

Fig. 3.34과 Fig. 3.35 는 주간 및 야간 감시카메라와 통신을 위한 통신 모듈 PCB들이며, Fig. 3.34 는 통신 IC 관련 회로 PCB이고, Fig. 3.35은 Fig.3.34 PCB와 MCU module PCB와의 중간 연결을 담당하며 향후 발생할 수도 있는 유지보수 목적으로 제작되었다. 이 모듈은 각 카메라의 제어용으로 RS-232 IC를 사용하며, 선외에 설치되는 P&T Driver를 통해 Payload 로 전달되고, 내부의 RS-232 to 485 Converter를 거쳐 각 카메라와 연결된다.

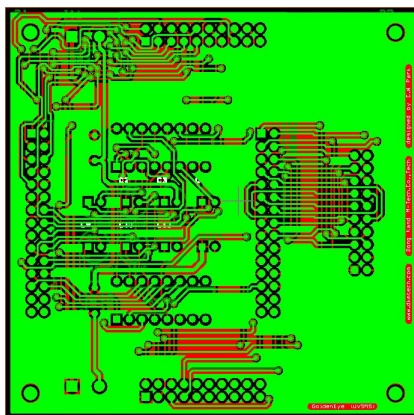


Fig. 3.35 Communication Device #2 Module PCB
in the Remote Controller

다음 그림 Fig. 3.36 는 Joystick remote controller 의 중앙처리장치에 해당하는 PCB 로써, PIC16F877A 2개(Master, Slave)를 사용하여 카메라 시스템 제어와 Joystick 등 입력장치 제어, P&T Driver 동작 제어 등을 병렬로 역할 분담하도록 설계 및 제작되었으며, Master MCU는 주간 및 야간 감시카메라 시스템 제어, 각종 입력 장치로부터의 Analog 입력 및 S.W 또는 Encoder S.W와 같은 입력 신호 처리, Joystick 입력 처리 및 P&T Driver 구동 로직이 주류를 이루는 Firmware가 내장되어 있고, Slave MCU는 와 7-Segment 디스플레이 로직 16 x 2 Line LCD 디스플레이 모듈을 제어하고 각종 시스템의 운영 상황 및 상태를 표시하는 로직이 Firmware 로 구현되어 있다.

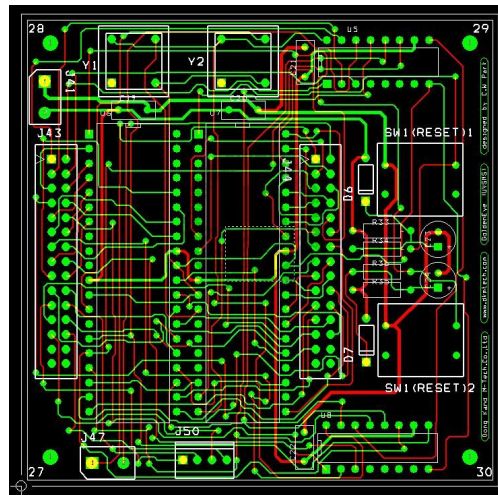
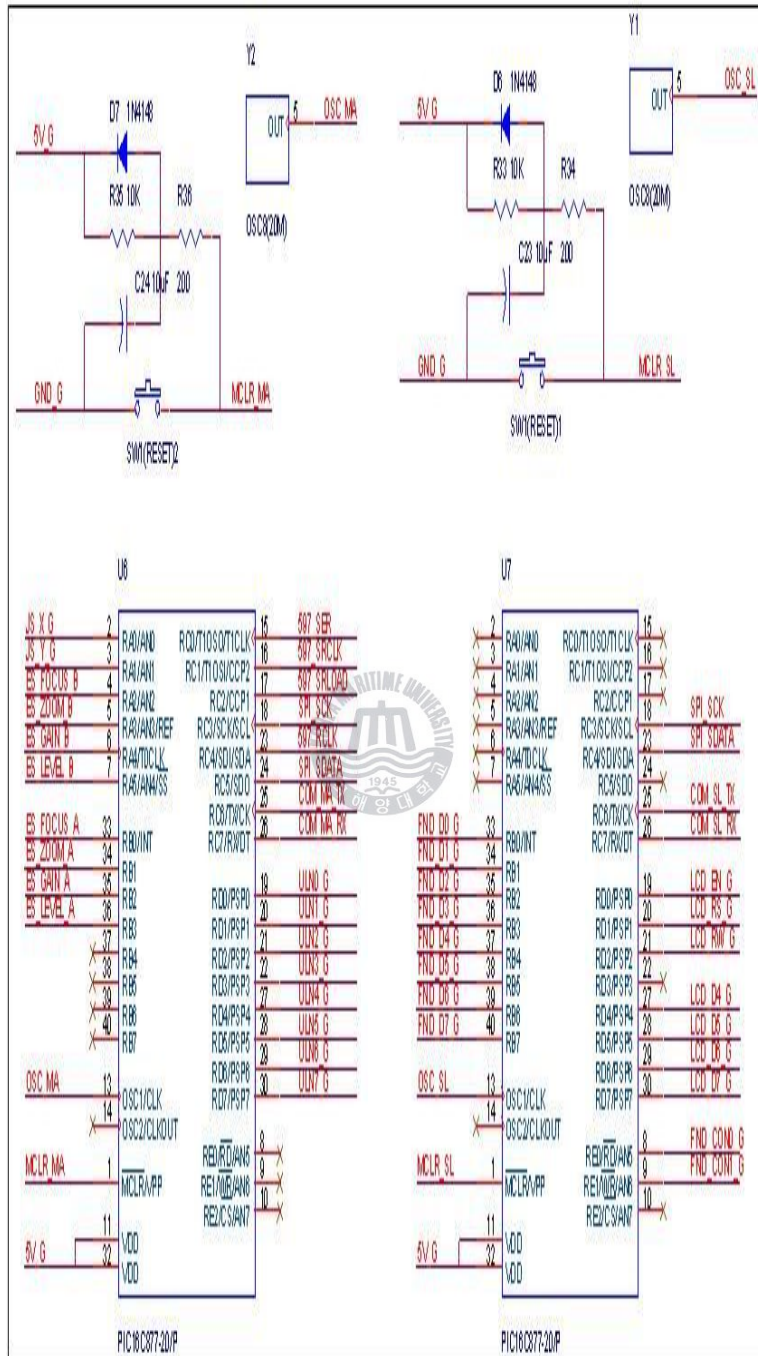


Fig. 3.36 MCU Module PCB
in the Remote Controller

Fig. 3.37 은 MCU PCB에 구현된 회로이며, 각 Master, Slave MCU의 역할에 따른 기능 Pin layout 으로 핀-기능 할당을 보여준다.



3.3.1.7 메인 데이터 처리장치부

메인 데이터 처리장치(Main Control Box)는 선외의 Payload 와 P&T Driver에서 오는 영상 신호와 각종 제어신호 및 구동 전력 케이블의 정리 및 연결을 위한 일종의 Junction Box 이며, 본 시스템의 구성 장치에 전원을 공급하는 Switching Power Supply와 Composite Video 소스 신호를 가공 및 처리하여 임베디드 시스템 기반의 실시간 영상 이미지 처리 및 모션 트래킹 알고리즘이 내장된 실시간 영상처리장치가 내장되어 있다.

3.3.2 프로그램 (펌웨어)

주간 및 야간 감시카메라와 Gimbal 의 제어는 조이스틱 리모트 컨트롤러에서 담당하며, Master - Slave MCU 설계로 Micorochips 사의 PIC16F877A 2개를 사용하며, 구동 로직과 알고리즘을 탑재하기 위해 PIC 마이크로프로세서용 CCS-C 언어를 사용하여 하드웨어 프로그래밍을 하였다. 프로그램은 크게 변수 선언 및 타입, 그리고 PIC MCU를 사용하기 위한 기본 설정 변수를 설정하고 선언하는 헤더파일(*.h)과 실제 운용 로직과 알고리즘, 그리고 인터럽트 구문으로 구성되는 소스파일(*.cpp)로 이루어져 있으며, 소스파일의 프로그램 실행 단위인 함수로 모듈화되어 있다.

3.3.2.1 Master MCU 내부 프로그램

아래 Fig. 3.32 의 프로그램 플로차트는 Master MCU 내부 ROM 에 내장되는 펌웨어의 프로그램의 진행을 나타낸다. MCU 에 전원 5VDC 가 공급되면 MCU 내부 설정 및 변수들과 내장 10-bit AD Converter 초기화를 수행하고, 뒤이어 전원이 OFF 될 때까지 AD Conversion 함수(ProcessADC(*))를 수행하고, 카메라 제어 설정 버튼 등의 입력장치 처리함수, 조이스틱 입력 및 P&T Driver 제어 명령 처리함수, 카메라 토크 선택에 대한 7-Segment 표시함수를 무한루프 처리를 수행한다.

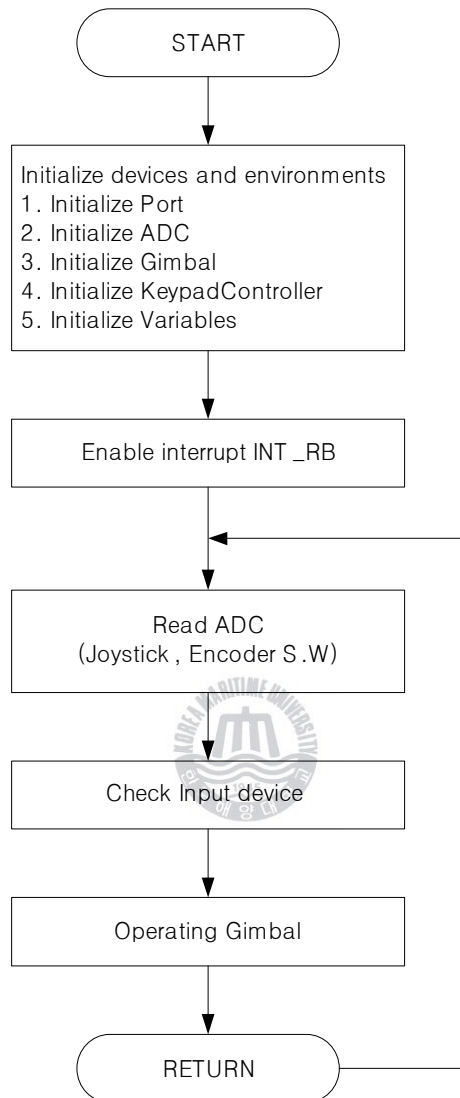


Fig. 3.38 Flowchart of process routine Master MCU

Fig. 3.38 는 입력장치 처리 프로그램 로직 소스이다. 카메라 제어 설정용 버튼의 입력을 처리하기 위해 8-bit Latch Shift Register 74HC597 3개를 그램하여 입력포트를 확장하여 회로를 구성하였다. 로직은 74HC597에서 입력 받은 회로들 로컬변수 `g_InputData` 에 저장한 후, 상위바이트로 나누어 각각은 시변수 `byLter InputData`

와 byUppr InputData 에 넣는다. 이전 처리에 사용한 입력 처리됨 로저장하는 이전 처리로컬역변수 g_byPrevInputData 의 값과 현재 입력받은 byLter InputData 의 값이 다를 때만 이후 처리를 수행한다. (이는 같은 값 로수행해서 MCU 처리, 상손실과 표시 모듈 및 구동부의 헛팅현상 로 방지하기 위함이다.) 이 조건 로만족하면 시변수 byLter InputData 의 값 로분석하여 카메라 선택 S.W (DVS <-> NVS) 에 따라 선택한 카메라의 기능과 구동부인 P&T Driver 하기 동 처리를 진행한다. 버튼의 선택 입력에 따른 처리가 끝나면 함수가 종료되기 전에 현재의 처리됨 로이전값 저장 전역변수에 저장한다.

```

////////////////////////////////////
// About Input expansion
////////////////////////////////////

void CheckInputs()
{
    int i = 0 ;
    BYTE byLowerInputData, byUpperInputData ;
    byLowerInputData = byUpperInputData = 0 ;
    ReadExpandedInputs(&g_InputData) ;
    byLowerInputData = g_InputData ;
    byUpperInputData = g_InputData >> 8 ;

    if(byLowerInputData != g_byPrevInputData)
    {
        switch(byLowerInputData)
        {
            case 0x01 :    // PC S.W input
                break ;
            case 0xFD :    // 0b11111101 : DVS S.W input
                if(g_byPrevInputData != 0xFD)
                {
                    g_bySelectCam = 0xFD ;
                    CAM_KIND = SCC_C4207 ;
                    g_iDispSegNum = 1 ;
                    g_byOutputData &= 0xBE ;    // 0b10111110 : NVS(Thermal Camera) power off.
                    g_byOutputData |= 0x20 ;
                    PORTD = g_byOutputData ;
                }
            }
        }
    }
}

```

```

        break ;
    case 0xFB :    // 0b1111011 : NVS S.W input
        if(g_byPrevInputData != 0xFB)
        {
            g_bySelectCam = 0xFB ;
            CAM_KIND = RANGEPRO_50250 ;
            g_iDispSegNum = 2 ;
            g_byOutputData &= 0xDE ;    // 0b11011110 : DVS(CCD Zoom Camera) power
                                         // off.
            g_byOutputData |= 0x41 ;
            PORTD = g_byOutputData ;
        }
        break ;
    case 0xF7 :    // 0b11110111 : COLOR S.W input
        SendSerialCommandForNVS(TH_COLOR) ;
        break ;
    case 0xEF :    // 0b11101111 : AUTO FOCUS S.W input
        SendSerialCommandForNVS(TH_AUTOFOCUS) ;
        break ;
    default :break ;
}
g_byPrevInputData = byLowerInputData ;
}
}

```

Fig. 3.39 Source program of input device process routine.

```

                [UP]
                +
                80H
                +
                30H
                +
                +
[Left] + 80H + 30H + + + + D0H + 84H + [Right]
                +
                +
                D0H
                +
                84H
                +
                [Down]

```

Fig. 3.40 Designated operating range of joystick

Fig. 3.40 은 Joystick 의 x, y 축을 결정하는 10K 볼륨저항에 5VDC를

인가하고, 출력 신호를 MCU 의 10-bit AD Converter 로 입력하여 얻은 Joystick 의 동작 범위를 지정한 실험 데이터이다. Fig. 3.41 은 이 실험 데이터를 기반으로 P&T Driver 의 구동 방향을 결정하는 프로그램 로직이다.

```

////////////////////////////////////
// About Joystick Handling
////////////////////////////////////
//
// Routine for Acting Joystick.
//
void ActJoystick()
{
    int i ;
    BYTE byJoyXAct, byJoyYAct, byJoyXPos, byJoyYPos, byOutputData ;
    RECT rcUp, rcDown, rcRight, rcLeft ;
    byJoyXAct = byJoyYAct = byJoyXPos = byJoyYPos = byOutputData = 0 ;
    rcUp.top = rcUp.left = rcUp.bottom = rcUp.right = 0 ;
    rcDown.top = rcDown.left = rcDown.bottom = rcDown.right = 0 ;
    rcLeft.top = rcLeft.left = rcLeft.bottom = rcLeft.right = 0 ;
    rcRight.top = rcRight.left = rcRight.bottom = rcRight.right = 0 ;
    rcLeft.left = 0x30 ;
    rcLeft.right = 0x80 ;
    rcUp.top = rcLeft.right ;
    rcUp.bottom = rcLeft.left ;
    rcRight.left = 0x80 ;
    rcRight.right = 0xD0 ;
    rcDown.top = rcRight.right ;
    rcDown.bottom = rcRight.left ;
    byJoyXPos = g_arrADCValue[JOYSTICK_X] ;
    byJoyYPos = g_arrADCValue[JOYSTICK_Y] ;
    byOutputData = g_byOutputData ;
    byOutputData &= 0xE1 ;

    // STOP <--> END EDGE
    if((byJoyYPos >= rcUp.bottom) && (byJoyYPos <= rcUp.top))           // P&T - Up
    {
        byJoyYAct = 0x02 ;
        byOutputData |= byJoyYAct ;
    }
    else if((byJoyYPos >= rcDown.bottom) && (byJoyYPos <= rcDown.top))   // P&T - Down
    {

```



```

        byJoyYAct = 0x04 ;
        byOutputData |= byJoyYAct ;
    }
    else
    {
        byJoyYAct = 0xF9 ;           // b11111001
        byOutputData &= byJoyYAct ;
    }

    if((byJoyXPos >= rcRight.left) && (byJoyXPos <= rcRight.right))    // P&T - RIGHT
    {
        byJoyXAct = 0x08 ;
        byOutputData |= byJoyXAct ;
    }
    else if((byJoyXPos >= rcLeft.left) && (byJoyXPos <= rcLeft.right))    // P&T - LEFT
    {
        byJoyXAct = 0x10 ;
        byOutputData |= byJoyXAct ;
    }
    else
    {
        byJoyXAct = 0xE7 ;           // b11100111
        byOutputData &= byJoyXAct ;
    }
    g_byOutputData = byOutputData ;
    PORTD = g_byOutputData ;
}

```



Fig. 3.41 Source program of joystick process routine

Joystick 의 상/하/좌/우 동작 범위 중 30H ~ D0H 범위에 Joystick 의 레버가 위치해 있으면 정지(STOP)이며, 30H ~ 80H 범위에 있으면 UP 또는 LEFT로, D0H ~ 84H 범위에 있으면 DOWN 또는 RIGHT로 방향을 결정하였다. 이러한 HEX 값을 Fig. 3.41과 같이 동시에 적용시키면 상/하/좌/우 의 각 방향에 해당하는 Joystick 의 동작 영역이 결정된다. 이 로직은 프로그램의 main() 함수 내의 무한루프(while()문) 내에 위치하여 거의 실시간으로 Joystick 의 동작을 감시하며 P&T Driver 의 구동에 영향을 미친다. 단, 이러한 방식으로 구현할 시에는 반드시 프로그램내의 오류를 최대한 없애고 최적화하여 Joystick 동작 지연을 발생하지 않도록 해야 한다.

아래 Fig. 3.42 의 프로그램 플로차트는 Slave MCU 내부 ROM 에 내장되는 펌웨어의 프로그램의 진행을 나타낸다. MCU 에 전원 5VDC 가 공급되면 MCU 내부 설정 및 변수들과 LCD 초기화 및 초기 화면 제목 표시등 초기화를 수행한 다음, Master MCU 와의 통신을 위해 SPI²¹⁾ 통신 방식을 사용하도록 SPI 인터럽트 허가 설정을 하고, 카메라 토글 명령에 대한 7-Segment 표시함수를 무한루프 처리를 수행한다.

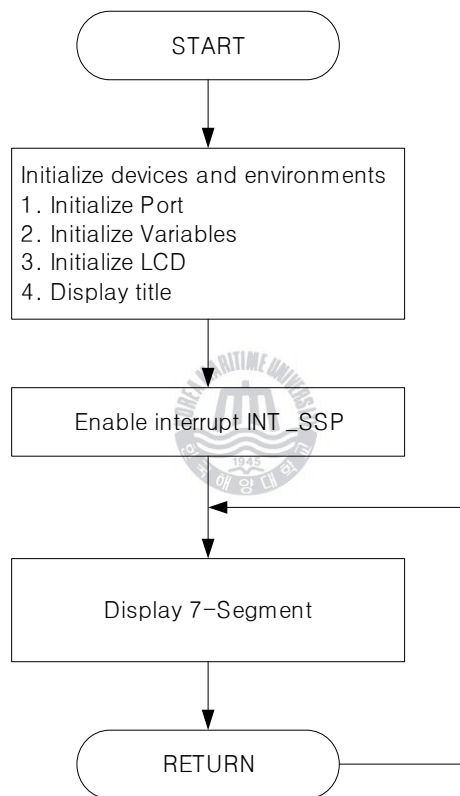


Fig. 3.42 Flowchart of process routine Slave MCU

21) SPI (Serial peripheral interface)

주변 IC와 통신하기 위한 직렬통신장치.

보통 CLOCK, DATA, STOE 3단자 또는 DATA IN, OUT을 구분하여 4단자로 구성.

일반 PORT 이용 통신가능, 전용 SPI 단자의 경우 속도가 빠르고 간편하게 사용 가능.

사용예) 2개의 MCU 연결하여 Data 송·수신시 사용.

참고) I2C 통신 : 유럽 또는 미국에서 사용, SPI 통신 : 일본에서 주로 사용

```

void CheckSPICommand()
{
    if(g_iSPIData == g_iPrevSPIData) return ;

    switch(g_iSPIData)
    {
        case 0x00 :    // Display Reset
        {
            InitializePort() ;
            InitializeVariables() ;
            InitializeLCD() ;
            DisplayTitle(1, 100) ;
            g_iSPIData = 0 ;
            g_iDispSegNum = 1 ;
        }
        break ;
        case 0x01 :    // [DVS] & [NVS] : Display "DVS"
        {
            CAM_KIND = SCC_C4207 ;
            g_iDispSegNum = 1 ;
            SelectVideoChannel(1) ;
        }
        break ;
        case 0x02 :    // [DVS] & [NVS] : Display "NVS"
        {
            CAM_KIND = RANGEPRO_50250 ;
            g_iDispSegNum = 2 ;
            SelectVideoChannel(2) ;
        }
        break ;
        default :
        break ;
    }
    g_iPrevSPIData = g_iSPIData ;
}

```

Fig. 3.43 Source program of SPI communication routine

Fig. 3.43는 Joystick Remote Controller 내부에 탑재되는 Master MCU와 Slave MCU 간의 데이터 통신에 사용하는 SPI 통신 방식으로 구현한 통신 루틴이다. 특정한 데이터 포맷없이 간단히 특정 HEX 값을 제어명령으로 약속하여 구현하였다. 제어명령으로 00H 는 MCU 및 주변 장치 초기화(RESET), 02H 는 주간 감시카메라(DVS) 와 야간 감시카메라(NVS) 선택 표시 제어명령이다.

제 4 장 실험 및 결과

4.1 실험장치

실험장치는 크게 주간 및 야간감시카메라를 내장하고 있는 Payload부, Payload를 탑재하고 Pan(Azimuth) 방향과 Tilt(Elevation) 기능을 수행하는 P&T Driver부, 선외에 설치되는 P&T Driver 와 선내에 설치되는 시스템들과의 연결 즉, 전력 공급과 영상, 데이터 신호들을 수집 및 연계하고 GPS 및 RADAR 시스템과의 연동을 담당하는 Main control box부, 실시간 영상을 기록 및 저장하는 디지털 영상 저장장치(DVR)부, 주요 카메라 제어 및 P&T Driver 구동을 위한 조작부 Joystick Remote Controller부로 구성된다.



Fig. 4.1 Gimbal System combined P&T Driver with Payload

Fig. 4.1 은 Payload를 탑재하고 있는 P&T Driver 시스템 사진이며, Payload 뒷면에 영상 출력 케이블과 주간 및 야간감시카메라 제어를 위한 데이터 케이블과 전력 공급 케이블들을 볼 수 있다.

아래의 Fig. 4.2 는 Joystick Remote Controller의 조립 과정을 촬영한 사진이다. 왼쪽 상단 및 하단 사진은 각종 입력 장치 신호 수집 PCB이고, 오른쪽 상단 사진은 P&T Driver를 구동하는 Relay PCB와 카메라 통신 PCB, 오른쪽 하단 사진은 MCU PCB를 조립한 사진이다.

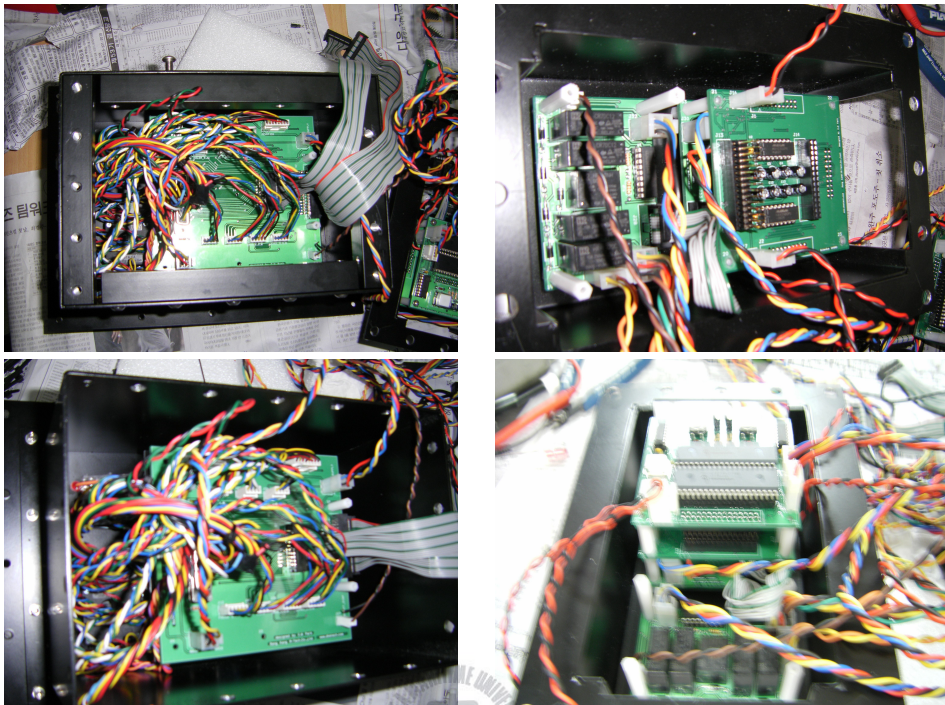


Fig. 4.2 Remote Controller with Joystick for the Video Image Processing Controller



Fig. 4.3 Monitor and Joystick Remote Controller

Fig. 4.3 은 DNV 인증을 획득한 선박용 15" LCD 모니터이다. 모니터 앞에 Joystick Remote Controller의 외함 상단부를 볼 수 있다. DVR 파워와 시스템 메인 파워, 카메라 제어 노브(Knob), 조이스틱등의 시스템 제어를 위한 입력 장치들로 구성되어 있는 것을 볼 수 있다.

4.2 운용실험

본 연구에서 설계 및 제작한 선박타겟 추적알고리즘과 실험장치의 각종 테스트를 마치고 실제 선박에서 설치하여 시운전했던 과정으로 영상감시 및 저장 운용소프트웨어와 주간 및 야간감시카메라 제어 및 각종 설정 테스트, 조이스틱을 사용한 P&T Driver 원격 구동 테스트, 현재 시스템의 운용 상황 및 상태 표시 확인 등을 테스트하였으며, 첫 테스트시 전체 시스템 초기화에 문제가 발생하였으나, Firmware 로직을 수정하면서 보완하여 초기에 목표한 개발 목표를 성공적으로 완료하였다.

Fig. 4.4는 야간감시카메라의 운용 실험 사진이며, 7-Segment Display 에 "02" 라고 표시되고 있다. "01" 은 주간카메라, "02" 는 야간감시카메라를 나타낸다. 7-Segment Display 바로 아래의 녹색 버튼은 카메라 선택버튼이고, 카메라 선택 버튼 아래의 LCD Display에서 현재 시스템의 동작 및 운용상태를 알 수 있다.



Fig. 4.4 Remote Controller with Joystick for the Video Image Processing Controller

아래의 Fig. 4.5는 야간감시카메라(FLIR 시스템)의 적외선 촬영 영상이

며, 왼쪽 상단이 기본 촬영 모드로 흑백영상을 표시한다. 그 외의 영상들은 사용자의 기호와 분석을 위해 다양한 색상 모드로 운용하고 있는 화면이다. 기본 흑백 영상 모드에서 밝게(회계) 표시되는 부분은 주변의 사물에 비해 상대적으로 온도가 높다는 것을 의미하고, 반대로 어둡게(검계) 표시되는 부분은 온도가 낮다는 것을 의미하며, 기존의 비냉각식 또는 저가의 저가의 야간 적외선 카메라에 비해 고선명 고화질 영상을 출력한다.

이 실험을 통해 실시간 영상 표시 및 순간 영상 캡처, P&T Driver 원격 구동 등이 설계대로 동작함을 확인할 수 있었다.



Fig. 4.5 The white-hot video color mode of FLIR



Fig. 4.6 A video color mode of FLIR



Fig. 4.7 A video image inverting Fig. 4.6

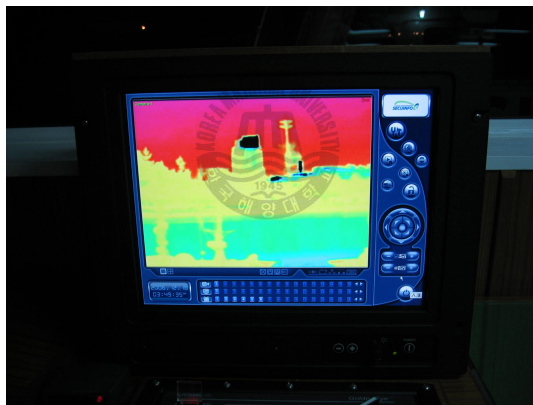


Fig. 4.8 A video color mode of FLIR

제 5 장 결론

현재 국가간의 EEZ 경계 및 어로권 문제 등 해상에서의 분쟁이 갈수록 점점 더 커지고 있으며, 해양 경계 감시 및 불법 어로 어선 감시등 국가 차원의 문제들이 대두되고 있어 우리나라의 경제 해역을 감시하고 관리하는 데 있어서 중요한 시스템이라는 인식이 확산되고 있다. 최근에 영상처리 및 자세제어 알고리즘 등의 분야에서 많은 연구가 이루어지고 있고, 육상에 적용할 수 있는 영상감시 및 추적시스템도 상용화가 활발하게 진행되고 있으나 선박용 영상감시 및 추적시스템 분야는 설치 장소 및 기상 등 환경적인 악조건 하에서 이루어지는 경우가 많아 연구나 상용화가 거의 전무한 실정이다.

본 논문에서는 선박용 자동영상감시 및 타겟추적시스템의 기반 기술들을 분석하고 개발 및 제작하여 실험을 통해 상용화가 가능함을 검증하고, 유선 시리얼통신 RS-232C를 사용한 카메라 제어와 조이스틱 및 버튼 등과 같은 사용자 입력 장치로부터 입력받은 신호로 20m 이상의 원거리에 있는 구동장치인 P&T Driver를 제어하고, 카메라 출력 영상을 DVR을 통해 입력받아 처리하는 영상 저장 및 처리하도록 설계 및 구현하였다. 이와 같은 연구의 결과로 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

① 원격 장치제어기술

기존에 상용화되어 있는 원격 제어장치 수준으로 성능 구현이 가능함을 확인하였고, 선박에 적용하여 안정적으로 제어할 수 있는 원격 장치제어 기술인 조이스틱 등 입력장치를 사용한 주간 및 야간 감시카메라 제어와 P&T Driver 구동 제어 실험을 통해 선박에 탑재 가능함을 검증하였다.

② 영상저장 및 감시용 윈도우 응용소프트웨어 기술

영상저장 및 감시용 윈도우 응용소프트웨어 기술에 대해서는 카메라로부터의 출력 영상을 DVR에서 실시간으로 표시함과 동시에 하드디스크로 저장하고, 저장되어 있는 영상데이터를 재검색 기능과 실시간 영상 표시

중이나 과거 기록 영상 재생 중 순간 캡처하여 BMP, JPEG 등과 같은 디지털 이미지 파일 포맷으로 저장 가능한 기술을 구현하여 실제 운용 가능함을 확인할 수 있었다.

본 논문의 연구를 통해 얻은 기술로 육상의 경계 및 감시 시스템에 필요한 원격 장치 제어 기술과 영상 저장 및 감시용 윈도우 응용 소프트웨어 기술을 연구 및 구현하였고, 본 기술을 응용하여 선박용 영상 감시 시스템의 업그레이드에 대한 연구와 실용화가 가능하나, 임베디드 시스템 기반의 고급 CI 기술을 적용한 고성능 자세 제어 알고리즘 등의 지능형 자세제어 기술과 실시간 영상처리 및 제어기술에 대한 연구가 추가적으로 이루어져야 할 것으로 사료된다.



<ABBREVIATION>

VMD	Video Motion Detiction	- 영상 움직임 탐지
AVS	Automatic Visual Surveillance	- 자동 영상 감시
AVSTTS	Automatic Vision Surveillance and Target Tracking System	
UVSMS	Unified Vision Security and Monitoring System	
CCTV	Closed-Circuit Television	- 폐쇄회로 텔레비전
FLIR	Foward Looking Infra-Red	- 적외선 전방 관측장치
NTSC	National Television System Committee	- 미국텔레비전, 시스템위원회, 방송방식
MPU	Micro Processing Unit	
MCU	Micro Control Unit (= Microcontroller)	
IEC	International Electrotechnical Commission	- 국제전기표준위원회
NMEA	National Marine Electronics Association	- 미국해상전자통신협회

참고 문헌

1. (주)서광시스템 박영 저, 다중접속 및 영상 추적 제어되는 미디어 서버 시스템, 및 그를 포함하는 감시 카메라 제어 시스템, 그리고 다중 접속 및 영상 추적제어 수행방법, 특허실용
2. Zheng, Nanning/Jiang, Xiaoyi/Lan, Xuguang, Advances in machine vision, image processing, and pattern analysis, Springer-Verlag New York Inc.
3. 정근산 저, 음성추적 및 영상추적을 통한 카메라 투시방향 제어방법 및 장치, 특허실용
4. 한국과학기술연구원 유범재, 오상록, 이용범 저, 컬러정보를 사용한 영상 추적방법, 특허실용
5. 능동형태모델 기반 다시점 영상 추적, 한국컴퓨터정보학회 학술지 논문
6. 최영준 저, 듀얼 스테이지 서보시스템을 이용한 영상 추적장치의 정밀 제어, 한국정밀공학회 학술발표논문
7. Koschan, Andreas, Digital Color Image Processing, John Wiley & Sons Inc
8. 장광일 저, 표적 중심 영상 추적기에의 적용을 위한 복합적 영상 분할 방법, 석사학위 논문
9. 최영준 저, 듀얼 스테이지 서보시스템을 이용한 영상 추적장치의 안정화 제어, 석사학위 논문
10. 이재은 저, DSP를 이용한 영상추적기의 구현, 석사학위 논문
11. 김정학 저, 특징점 정합을 이용한 영상 추적 기법, 석사학위 논문
12. 황희수 저, 컴퓨터에 의한 진화계산 및 진화 디자인, 내하출판사
13. 오성권 저, 프로그래밍에 의한 컴퓨터 지능, 내하출판사
14. 오성권 저, C 프로그래밍에 의한 퍼지모델 및 제어시스템, 내하출판사
15. 이대호·박영태 공저, 영상처리를 위한 C++ 프로그래밍, 인터비전
16. 강동중/하동은 저, Visual C++ 을 이용한 디지털 영상처리, 사이텍미

디어

17. 미카미 나오키 저, C언어에 의한 디지털 신호처리 입문, 성안당
18. Dogan Ibrahim 저, 마이크로제어기를 이용한 디지털 제어, 아진
19. 권옥현 저, 도립진자를 활용한 고전 및 현대제어 설계, 청문각
20. 한학용 저, 패턴인식 개론 (MATLAB 실습을 통한 입체적 학습), 한빛미디어
21. 백주기/장홍주 저, 디지털 전자회로 설계와 응용실험, 성안당
22. MBR을 이용한 실시간 영상추적 시스템 개발, 한국산학기술학회 학술지 논문
23. 홍명엽 저, 비트 파워 프로젝트 : ARM에서 실시간 영상추적시스템, 마소인터랙티브, 학술발표논문
24. 마진석 저, 전자광학추적기에서 영상추적부의 시간지연 보상 제어기 및 제어방법
25. 정의용 저, 팬/틸트 구동에 의한 영상 추적 시스템 구현, 석사학위 논문
26. (주)엘지이노텍 공영준 저, 적외선 영상 추적 장치 및 방법, 특허실용
27. (주)삼성토크슨시에스에프 천인서 저, 자동영상추적기 및 그 성능 시험 방법, 특허실용
28. 박준 저, 칼라 모델을 이용한 영상추적, 석사학위 논문
29. (주)진성웬스공업 김진섭, 정의권 저, 이동 가중치와 잔여 배경영상 예측 비교법을 통한 영상 추적 기법, 특허실용
30. (주)삼성전자 김현준, 자동 영상추적기의 경계부분을 계산하기 위한 에지필스 발생회로, 특허실용
31. 한국전기통신공사 장순화, 윤종성, 한영태 저, 동영상 부호화 장치에서 눈동자 영상 추적에 의한 동영상 움직임 추정방법, 특허실용
32. Bae, Jong Sue, Image tracking algorithm using template matching and PSNF-m, The Institute of control, robotics and systems
33. 오주택, Methodology for vehicle trajectory detection using long distance image tracking, 한국도로학회

감사의 글

시시각각 급속도로 변화하는 시대적 흐름과 빠른 첨단 기술과 정보의 홍수 속에서 공학도로서의 길 또한 무수한 인고와 노력을 아낌없이 투자해야만 하는 어려운 길인 것 같습니다. 어렵게 시작되었던 우연한 인연으로 공학이라는 학문에 몸을 담은지 어느 덧 십 수년이 다되어 갑니다만, 아직도 손에 잡히지 않는 부족한 제 자신을 발견하게 됩니다. 이왕 시작한 학문의 길... 뭔가를 이루겠다는 막연한 꿈을 현실로 실현시켜 가면서 정열과 의지를 불태웠던 지난 날들... 수십년 전 과거로 거슬러 올라가 무지하고 철없던 저에게 올바르게 훌륭한 인생을 열어주시기 위해 물심 양면으로 애쓰셨던 부모님께 졸업을 앞둔 이 시점에서 진심으로 감사드리고 이 기쁜 마음을 전합니다.

경험이 없고 미숙한 저를 대학교 학창 시절에 못난 점을 지적하여 올바른 삶의 방향을 가르쳐주시고자 저를 꾸짖고, 제 인생의 방향과 목표를 설정하는데 많은 정신적 지주가 되어주신, 지금 현재까지도 소중한 스승과 제자의 인연으로 인정해주신 오진석 교수님께 진심으로 감사드립니다. 보잘 것 없고 부족한 제 논문을 정성껏 심사하고 토의해주신 윤희한 교수님, 바쁜 일정에도 불구하고 짬을 내어 검토하고 함께 고민해주신 국승기 교수님. 부족한 제게 많은 관심을 주시고 도와주신 점 평생 잊지 않고 마음 속에 간직하겠습니다. 감사합니다.

실험실의 총 책임자이면서 항상 따뜻하게 반겨주고 도와주었던 듬직한 곽준호 후배님, 바쁜 프로젝트 스케줄 속에서도 세세히 조언해주고 일일이 도와주었던 조관준 후배님, 배수영 후배님께도 감사하고 사랑한다는 말을 전합니다. 또한 그 외 묵묵히 도와 주었던 오진석 교수님 연구실의 학부생들에게도 감사의 마음을 전하며 그 외에 보이지 않는 곳에서도 도움을 주셨던 많은 분들의 도움이 없었더라면 지금의 가슴 벅찬 결실을 맺지 못했을 것입니다.

끝으로 지금도 저를 위해 헌신하시고 사랑을 베풀어주시는 부모님과 형제들, 그리고 학문의 묘미와 인생의 목표를 설정해주신 오진석 교수님께 다시한번 진심으로 감사의 마음을 전합니다.